COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JUILLET 1864.

PRÉSIDENCE DE M. MORIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Développement des Infusoires ciliés dans une macération de foin; par* M. COSTE.

« Un naturaliste des plus distingués et qui a rendu d'éminents services à la science, mon ami M. Pouchet, a décrit la genèse spontanée des Infusoires ciliés au sein de la matière organique qui se dispose en pseudo-membrane à la surface de l'eau où l'on met à macérer une certaine quantité de foin. Pour rendre sa démonstration plus facile à saisir et à vérifier, ce naturaliste a pris soin de représenter par des figures les phases successives de cette évolution. Il a bien voulu me montrer, soit dans le laboratoire de M. Fremy au Jardin des Plantes, soit dans mon atelier du Collége de France, sur des lambeaux de la pseudo-membrane placés sous le microscope, les agglomérations plus ou moins régulièrement sphéroïdales de Monades, de Vibrions, de Bactéries, qu'il désigne sous le nom de *nébuleuses;* puis, à côté de ces groupements de molécules organiques, j'ai vu les corps qu'il considère comme ces mêmes nébuleuses transformées en œufs. Les Monades, les Vibrions, les Bactéries, seraient les granules vitellins de ces œufs spontanés, d'où sortiraient tous les Microzoaires ciliés que nous voyons dans les infusions. La pellicule qui se forme à la surface des infusions deviendrait donc, dans cette théorie, une sorte de couche proligère comparable au *stroma* de l'ovaire des animaux. Telle est, en effet, la pensée de M. Pouchet.

» Posé dans ces termes, le problème devient une question d'embryogénie comparée, et cette question entre si directement dans la sphère habituelle de mes travaux et de mon enseignement, que je ne pouvais me dispenser d'en faire l'objet d'un examen approfondi. M. Gerbe et M. Balbiani m'ont assisté dans cette étude. Une grande part leur en revient.

» Que se passe-t-il dans un récipient où l'on a mis du foin à macérer?

» Si la pellicule formée à la surface de l'eau y est réellement la gangue génératrice des Infusoires ciliés, ces Infusoires ne doivent apparaître dans le liquide qu'après la formation de cette pellicule; or, j'en rencontre et en abondance, au début même de l'expérience, c'est-à-dire trois jours avant la formation du prétendu stroma proligère. Ils ont donc une autre origine. D'où viennent-ils? Du foin. Nous verrons tout à l'heure comment ils en dérivent et dans quelles conditions ils s'y trouvent. Examinons d'abord par quelle succession de métamorphoses ces Infusoires préexistants ont pu donner naissance à toutes les apparences qui ont fait croire à leur génération spontanée. Je prends le Kolpode, qui est celui qui fourmille dans les infusions de foin, pour sujet de cette étude.

» Le Kolpode est un Infusoire cilié d'une assez grande taille, ayant la forme d'un rein ou d'un haricot, armé de cils vibratiles à toute sa surface. On le voit sous le microscope introduire, par une bouche placée dans son échancrure, les Monades, les Bactéries, les Vibrions dans son estomac, et expulser par une ouverture anale, placée à la grosse extrémité de son corps, le résidu de sa digestion. Près de cette ouverture anale se trouve une vésicule contractile, prise pour le cœur par certains micrographes, mais qui me paraît l'organe propulseur d'un appareil aquifère. Au centre de son organisme apparaît un assez volumineux organe de la reproduction.

» Quand la pellicule, prétendue proligère, se forme dans le récipient où l'on expérimente, les Kolpodes répandus dans le vase se dirigent vers la surface pour y assouvir leur faim sur les Monades, les Vibrions, les Bactéries dont cette pellicule est composée, ou bien encore pour s'y mettre au contact de l'air; puis on en voit qui s'arrêtent tout à coup, se mettent à girer sur place, se courbent en boule et continuent cette giration jusqu'à ce qu'une sécrétion de leur corps se soit coagulée autour d'eux en une membrane enveloppante : ils s'enkystent en un mot; alors ils deviennent complétement immobiles dans leur enveloppe, comme un insecte dans son cocon. Les plus petits, à cette période de leur existence, ont une grande ressemblance avec un ovule. C'est là, en effet, ce que M. Pouchet a pris pour un

œuf spontané. L'illusion est facile, car l'animal enkysté a toutes les apparences d'une sphère organique passant à l'état de cellule.

» Bientôt ces Kolpodes enkystés et immobiles se segmentent en deux, en quatre et quelquefois même en douze Kolpodes plus petits qui, une fois séparés et distincts, entrent en giration, chacun pour leur compte, sous leur commune enveloppe. Les mouvements auxquels ils se livrent finissent par user le kyste en un point quelconque, et, dès qu'une fissure y est pratiquée, on les voit sortir de leur prison et se mêler à la population dont ils accroissent le nombre. Je désigne ces kystes sous le nom de *kystes de multiplication*, par opposition à un autre enkystement, qui se rattachera à la conservation de l'individu. Telle est l'explication du peuplement des infusions.

» M. Pouchet nie la scissiparité des Kolpodes enkystés, phénomène si bien décrit et si exactement figuré par M. Stein. Pour lui, ce n'est là qu'une simple apparence, produite exceptionnellement par la rare coexistence de plusieurs œufs sous une même enveloppe, et qui, à son sens, n'a rien de commun avec la multiplication des individus par scission. J'ai eu la patience de tenir l'œil sur des sujets que je venais de voir s'enkyster sous le microscope, dans un verre de montre rempli d'eau ; j'ai assisté à la formation des sillons qui les ont divisés en deux, en quatre et même en douze segments, d'où sont résultés autant d'individus nouveaux. La scissiparité des Kolpodes enkystés est donc un fait évident.

» Les agglomérations de molécules organiques désignées sous le nom de *nébuleuses* y restent complétement étrangères à toute création directe. Quand on les observe dans un verre de montre rempli d'eau, elles se désagrégent, tandis que les Kolpodes y subissent toutes leurs évolutions. En voici une preuve directe.

» Il y a des infusions, celle de la pulpe de la pomme de terre, par exemple, dans lesquelles les Infusoires ciliés ne se développent jamais tant qu'on évite que des germes ne s'y introduisent. Les membranes dont elles se couvrent offrent aussi des nébuleuses. Ces nébuleuses se dégradent et se décomposent au bout d'un certain temps, comme la pellicule dont elles font partie, sans jamais engendrer ni œufs ni animaux ciliés. Mais si l'on sème quelques Kolpodes dans le récipient, l'infusion se peuple avec une étonnante rapidité, exactement de la même manière que dans les cas précédents, et les mêmes apparences s'y produisent. Il ne saurait donc y avoir rien de commun, je le répète, entre ces apparences et la formation des Microzoaires ciliés.

» Quand, dans les infusions, les Kolpodes ont épuisé leur pouvoir reproducteur par segmentation ou que l'évaporation les menace de tarir le récipient, ils s'enkystent pour se mettre à l'abri des causes de destruction. On peut alors les faire sécher sur des lames de verre et les conserver indéfiniment en cet état ; ils reviennent à la vie dès qu'on leur rend l'humidité. J'ai répété cette expérience sous les yeux de plusieurs de mes confrères qui ont été émerveillés de ce curieux spectacle. J'ai remis à M. Gustave Flourens une de ces lames de verre couvertes de kystes desséchés, qu'on a humectée devant lui. Il l'a emportée dans son laboratoire, et une heure après, il est revenu avec la même lame peuplée de Kolpodes mobiles. M. Balbiani conserve de la sorte depuis sept ans des individus qu'il rend à la vie active et qu'il dessèche chaque année.

» M. Pouchet ne croit pas à cette résurrection. Il considère l'enkystement comme une préparation à la mort et, pour exprimer cette pensée, il désigne les kystes sous le nom de *sépulcres*, parce qu'il suppose qu'ils ne renferment que des cadavres. Toute cette période fondamentale de l'histoire naturelle des Kolpodes a donc complétement échappé à son observation. Aussi se refuse-t-il à admettre que les Microzoaires ciliés des infusions puissent émaner des kystes adhérents au foin, parce qu'il suppose que la vie y est irrévocablement éteinte. Dans cette conviction le savant naturaliste de Rouen m'a écrit les lignes suivantes : « C'est une idée complétement erro-
» née que de supposer que ce sont les végétaux qui apportent, dans les
» macérations, des Microzoaires enkystés. »

» Ces graines animales impalpables s'attachent comme la poussière à la surface des corps, sur les feuilles, les branches, les écorces des arbres, sur les herbes, au fond des mares taries, dans le sable ou la vase desséchés. Elles rompent leur enveloppe toutes les fois que les pluies ou la rosée leur rendent l'humidité, prennent la nourriture qui se trouve à leur portée et forment un nouveau cocon dès que l'eau vient à leur manquer. Elles passent donc tour à tour dans cette succession de mort apparente et de résurrection.

» Ceci nous explique comment les Microzoaires ciliés se rencontrent dans certaines infusions. Le foin porte sur ses feuilles des myriades de kystes. C'est donc avec lui qu'ils sont introduits dans les récipients. Je le prouve par des expériences décisives.

» Une botte de foin secouée au-dessus d'une grande feuille de papier y laisse tomber une poussière impalpable. J'humecte cette poussière dans un verre de montre, et au même instant j'y découvre des myriades de kystes,

d'où s'échappe bientôt toute une population d'Infusoires ciliés de diverses espèces et de Kolpodes en particulier.

» J'ai fait secouer également une botte de foin près d'une carafe remplie de glace. La poussière arrêtée sur la paroi humide m'a présenté le même spectacle. Il ne saurait donc y avoir de doute, et voilà pourquoi, toutes les fois qu'on met à macérer des végétaux dont on n'a pas eu le soin d'enlever l'épiderme, on introduit des kystes ou des Microzoaires ciliés dans le récipient. Voilà pourquoi il ne s'y en montre jamais quand on fait macérer les parties internes, à la condition, bien entendu, qu'on tiendra les vases couverts et à l'abri des courants d'air qui pourraient y entraîner des germes.

» On a attaché une grande importance aux expériences faites avec des infusions filtrées, et l'on a dit : « Les Microzoaires ciliés ne peuvent avoir » passé à travers le filtre, et cependant le liquide filtré se peuple de ces » animaux. Il faut donc qu'ils s'y soient spontanément produits. »

» J'ai fait passer des infusions à travers trois filtres, et sur chaque feuille j'ai trouvé des Infusoires ciliés. Le troisième en présentait comme le premier. Dans une seconde expérience, le liquide passé à travers six filtres a déposé des Infusoires ciliés, même sur la dernière feuille.

» Ceci s'explique aisément. Il y a des Kolpodes de diverses tailles, de très-grands et de très-petits : ceux de grande taille restent en général sur les premiers filtres, ceux de petite taille sur les derniers. Mais il y a une autre raison qui explique leur passage : ils sont d'une structure molle; ensuite, quand ils s'engagent à travers un pore du papier, leur corps s'allonge comme à travers une filière. C'est ce qu'on observe lorsqu'ils se dégagent de leurs kystes par d'étroites ouvertures. On juge alors jusqu'à quel point ils sont susceptibles de se laisser déprimer. Que deviennent, en présence de tels faits, les conséquences déduites d'expériences dans lesquelles l'infusion n'a traversé qu'un seul filtre?

» Mais quand on a démontré que les Infusoires ciliés passent facilement à travers les filtres, et expliqué ainsi leur apparition dans les infusions filtrées, on n'a pas épuisé tous les moyens de démonstration. Ces animaux à organisation complexe ont un appareil de reproduction. Ils doivent produire des œufs, et ces œufs doivent être bien autrement petits que les individus dont ils émanent. Leur passage par les pores du papier est aussi facile que celui du liquide lui-même.

» Je borne là mes observations; elles portent non sur des inductions, mais sur des faits matériels. Je puis en rendre témoins, en deux heures, toutes les personnes qui voudront en vérifier l'exactitude; je leur offre de venir s'en assurer dans mon laboratoire.

» J'entends dire que, sans la génération spontanée, on ne saurait expliquer les phénomènes de la nature et se rendre compte de la multiplication indéfinie des Infusoires. Mais quand on voit, comme l'a montré M. Davaine, une inoculation de quelques Bactéries envahir de leur reproduction le torrent circulatoire d'un animal et faire périr cet animal en quarante heures avec tous les symptômes d'une affection charbonneuse, lorsqu'on connaît l'intarissable fécondité de la génération par scissiparité ou par œufs, il n'est besoin d'aucune hypothèse pour comprendre le redoutable antagonisme qui existe entre le monde invisible et le monde apparent.

» En résumé :

» 1° Les Infusoires ciliés apparaissent dans l'eau d'une infusion bien longtemps avant la formation de la pellicule à laquelle on a cru devoir donner le nom de *stroma* ou de *membrane proligère*, en lui attribuant une fonction qu'elle n'a pas.

» 2° Ils y sont introduits, soit à l'état d'œufs, soit à l'état de kystes, avec le foin, la mousse, les feuilles d'arbres que l'on met à infuser.

» 3° Quoique la pellicule dite *proligère* se produise dans les infusions faites avec des substances qui ne sont pas exposées au contact de l'air, telles que la pulpe de pomme de terre, celle des fruits, des racines charnues, etc., jamais ces infusions ne présentent d'Infusoires ciliés, pourvu qu'on ait le soin de couvrir le récipient d'un disque en verre.

» Cependant, si dans ces infusions, où, pendant dix, quinze et vingt jours on n'a pu constater la présence d'un seul Infusoire cilié, on introduit quelques sujets seulement, soit de Kolpodes, soit de Chilodons, soit de Glaucomes, ces espèces ne tardent pas à s'y multiplier et à s'y montrer en quantité prodigieuse.

» 4° L'invasion rapide d'une infusion par des Infusoires ciliés est une conséquence de leur mode de multiplication immédiate par division.

» 5° Les uns, tels que les Glaucomes, les Chilodons, les Paramécies, se segmentent sans s'enkyster; d'autres, comme les Kolpodes, s'enkystent pour se diviser.

» 6° Après s'être multipliés par division, dans l'intérieur de leur kyste, les Kolpodes s'enkystent une dernière fois et demeurent dans cet état jusqu'à la complète dessiccation de l'infusion, pour ne revenir à la vie active qu'après une nouvelle humectation.

» 7° Les filtres laissent passer les Infusoires ciliés de petite taille, tels que les Kolpodes, les Chilodons, etc., leurs kystes et leurs œufs.

» En communiquant à l'Académie cette première étude sur le développement des Microzoaires ciliés, je n'en veux pas faire un argument absolu

contre la théorie des générations spontanées. Je n'ai ni l'espoir ni le désir de décourager ses partisans. La science est le domaine réservé du libre examen. Ceux qui affirment et ceux qui nient y tendent au même but, c'est-à-dire à la découverte de la vérité. Je convie donc les hétérogénistes à continuer l'œuvre d'agitation salutaire qui est un appel au travail. Je les suivrai le microscope à la main partout où ils placeront la question sur le terrain de l'observation directe.

» Je traiterai dans un second travail des infusions soumises à l'ébullition, et des poussières organiques. »

Remarques de **M. Milne Edwards** *à l'occasion de la précédente communication.*

« M. Milne Edwards fait remarquer que depuis le temps de Redi jusqu'au moment actuel, des résultats analogues à ceux fournis par les observations intéressantes de M. Coste ont été obtenus toutes les fois qu'un cas particulier de génération prétendue spontanée a été l'objet de recherches rigoureuses et approfondies : toujours on a fini par constater que l'animal nouveau-né avait des parents et descendait d'un animal préexistant dont il avait reçu la vie. Ceux qui soutiennent l'hypothèse du développement de la vie et de l'organisation dans de la matière qui est morte ou qui n'a jamais vécu ne trouvent leurs arguments que sur les limites extrêmes du champ de l'observation, là où les moyens d'investigation commencent à nous faire défaut, et successivement chacun de ces arguments est tombé devant des expériences bien dirigées. Ainsi, il y a peu d'années que les partisans de l'hypothèse de l'hétérogénie citaient comme une preuve de la génération dite spontanée l'apparition des Vers intestinaux dans la profondeur des tissus du corps de divers animaux; mais aujourd'hui l'origine de ces parasites n'est plus un mystère pour les naturalistes et rentre dans la loi commune. Il est probable que les débats de l'ordre de ceux auxquels nous assistons depuis quelque temps ne sont pas prêts à cesser, car à mesure que le domaine de la zoologie s'étendra, on ne manquera pas de rencontrer d'autres cas obscurs où la filiation entre les individus qui naissent les uns des autres échappera d'abord à nos moyens d'observation, et il se trouvera des hommes qui, ne voyant pas la mère du nouveau-né, soutiendront que celui-ci n'en a pas eu et s'est formé tout seul. Du reste, les erreurs de ce genre ont parfois une certaine utilité, car elles peuvent provoquer des recherches dont la science profite : les travaux entrepris par M. Pasteur et par M. Coste à l'occasion des publications récentes sur l'hétérogénie nous en fournissent la preuve.

» M. Milne Edwards ajoute que le fait de l'enkystement des Kolpodes, des Vorticelles et de quelques autres animalcules microscopiques qui jouissent de la faculté de reprendre, en présence de l'eau, la vie active dont ils ont été privés par l'effet de la dessiccation, lui paraît de nature à jeter de nouvelles lumières sur certains cas de prétendue génération spontanée au sein d'infusions soumises à l'ébullition. En effet, les expériences de feu M. Doyère, dont les résultats avaient été révoqués en doute par M. Pouchet, mais dont l'exactitude a été constatée par MM. Gavarret et Broca, ainsi que par une Commission académique (1), prouvent que lorsque les Tardigrades et plusieurs autres animalcules microscropiques ont été desséchés convenablement, ils peuvent supporter une température de plus de 100 degrés sans perdre la faculté de reprendre leur vie active lorsqu'ils absorbent la quantité d'eau nécessaire à la manifestation de leur puissance vitale, fait dont l'explication nous est fournie par les belles expériences de M. Chevreul sur la coagulation de l'albumine. Or, les Infusoires enkystés et réduits à l'état d'une poussière sèche par l'évaporation de leur eau interorganique peuvent probablement, comme les Tardigrades et les Rotifères, résister aux effets d'une élévation de température qui les tue quand ils sont hydratés; et si le kyste qui les renferme est peu perméable à l'eau, on conçoit qu'alors ils puissent rester pendant un certain temps à l'état de dessiccation, quoique au milieu de l'eau, et dans ce cas conserver leur vitalité malgré l'ébullition de ce liquide. Il serait intéressant de faire des recherches directes à ce sujet, car elles conduiraient peut-être à la découverte des nouvelles causes d'erreur auxquelles diverses expériences sur les générations dites spontanées sont exposées. En 1859, M. Milne Edwards a appelé l'attention des physiologistes sur les questions de cet ordre (2), et aujourd'hui il croit utile d'y insister de nouveau. »

Remarques de **M. Chevreul** *à l'occasion des observations de* M. Coste *et de quelques-uns des faits rappelés par* M. Milne Edwards.

« En me livrant à l'étude des matières organiques, j'étais préoccupé de la nécessité de les réduire en leurs principes immédiats, à cause de ma profonde conviction qu'à la connaissance précise de ces principes se rattachent les progrès des sciences de l'organisation.

---

(1) *Voyez* le Rapport fait à l'Académie par M. Milne Edwards, en 1842 (*Comptes rendus*, t. XV, p. 320).

(2) *Voyez* les *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 23.

» Le volume de mes *Recherches sur les corps gras d'origine animale* devait être suivi de plusieurs autres relatifs aux *corps azotés;* quelques-unes seulement de mes recherches sur ces derniers corps ont été imprimées, et si en ce moment j'éprouve une vraie satisfaction en entendant rappeler plusieurs de mes observations lues, il y a quarante-trois ans (1), à l'Académie, je regrette vivement cependant que les travaux dont elles dépendent n'aient point été continués, par suite de mon entrée aux Gobelins. Quoi qu'il en soit, j'ai un vif plaisir de voir aujourd'hui que je ne m'étais pas trompé dans la direction des travaux que j'avais entrepris avec l'intention de connaître les matières organiques.

» La complication que présentent les corps vivants m'avait conduit à penser que ce serait en simplifier l'étude que de rechercher les propriétés physiques et chimiques des principes immédiats constituant leurs organes; il me semblait que la connaissance de ces propriétés éclaircirait plus d'un point de l'histoire de la vie.

» Je citais tout à l'heure un Mémoire lu à cette Académie, il y a quarante-trois ans, relatif à l'*influence que l'eau exerce sur plusieurs substances azotées solides*.

» C'est là, en effet, que se trouvent plusieurs faits sur lesquels je vais revenir, par la raison qu'ils m'avaient toujours paru importants pour aider l'esprit à concevoir la conservation de la vie dans un animal desséché. Quant au fait que M. Milne Edwards vient de rappeler, il frappa, longtemps après sa publication, M. Doyère lorsqu'il s'occupait d'expériences propres à mettre hors de doute le retour à la vie d'animaux desséchés.

» En effet, si vous prenez deux quantités égales de blanc d'œuf, que vous exposiez l'une de 70 à 76 degrés, elle se coagule presque aussitôt; quand elle l'a été, si vous exposez les deux quantités au vide sec, elles laissent des poids égaux de matières solides également sèches. Mais un second fait bien remarquable, c'est qu'en restituant aux deux résidus l'eau qu'ils ont perdue, l'albumine *cuite* reforme du blanc d'œuf cuit, tandis que l'albumine *crue* se redissout.

» Ce fait précis, remarqué et décrit avant qu'on eût imaginé le mot *isomérisme*, était donc une confirmation de la définition de l'espèce chimique telle que je l'avais donnée dès 1814, puisque je montrais l'influence de l'arrangement moléculaire sur les propriétés de deux corps d'une même composition quant à la nature et la proportion de leurs éléments.

---

(1) Le Mémoire, auquel je fais allusion, fut lu à l'Académie le 9 de juillet 1821.

» Même résultat pour le tendon : deux portions égales de ce tissu, dont l'une, après avoir été dissoute dans l'eau bouillante, laissait dans le vide sec un poids égal à celui du tendon frais amené au même degré de dessiccation.

» Des analyses élémentaires, faites longtemps après ces résultats obtenus, ont confirmé les conclusions que je viens de rappeler. Et notons que les phénomènes de l'économie animale ne seraient pas compréhensibles en ce qui concerne la nutrition, l'assimilation et le renouvellement de certains organes, s'il n'existait pas tant de compositions isomériques dans les principes immédiats des animaux.

» J'arrive maintenant aux conséquences qui se déduisent de mes études sur l'albumine, relativement à la vie chez les animaux desséchés, les Rotifères de Spallanzani et les Tardigrades de M. Doyère.

» Vous séchez l'albumine à une température insuffisante pour la cuire : elle conserve ses propriétés.

» Vous constatez que cette albumine sèche, mise dans une petite boule de verre plongée dans l'eau bouillante, ne se cuit qu'après une heure, une heure et demie, tandis qu'en solution correspondante au blanc d'œuf, il lui faut à peine quelques minutes d'exposition à cette température pour quelle le soit complétement. De là les trois conclusions suivantes :

» 1° C'est qu'un animal, dont les liquides sont coagulables par une température de 72 à 75 degrés, exposé à l'état vivant à cette température, périt indubitablement.

» 2° C'est qu'un animal identique au premier, séché lentement à une température insuffisante pour coaguler ses fluides et les désorganiser, pourra, après la dessiccation, revenir à la vie; telle est l'explication du fait que présentent les animaux cités.

» 3° C'est qu'un animal desséché convenablement pourra être exposé à des températures supérieures à celle où il aurait été tué s'il n'eût pas été séché.

» J'ai montré dans le même Mémoire des faits curieux sur la coagulation lente de l'albumine, opérée par le contact de l'éther préalablement saturé d'eau et par l'huile volatile de térébenthine.

» C'est dans ce même Mémoire que j'ai fait voir que toute la mécanique des animaux repose sur l'union de l'eau avec les tissus. En effet, la flexibilité des tendons et leur aspect satiné, l'élasticité du tissu élas-

tique jaune, la souplesse des membranes, l'opacité de la sclérotique, etc., sont dues à leur union avec l'eau, et je me suis assuré qu'aucun autre liquide susceptible d'être absorbé par les mêmes tissus ne leur donne les propriétés physiques dont ils jouissent lorsqu'ils sont unis à l'eau, en vertu d'une cause qui ne rentre ni dans l'idée qu'on se fait d'une force purement physique, ni dans l'idée qu'on se fait d'une force purement chimique.

» C'est conformément aux vues que je rappelle, qu'il m'a paru curieux d'insister sur l'analogie que présente, sous le rapport de l'étude expérimentale, un effet simple, la décoloration du bleu de Prusse dans le vide lumineux et sa recoloration par l'air obscur, avec un effet plus complexe, la respiration!

» C'est conformément encore à cette manière d'envisager la nature morte pour éclairer l'étude de la nature vivante, que j'ai étudié l'influence de la lumière sur un grand nombre de corps placés dans le vide, l'air atmosphérique, les gaz azote, hydrogène, etc., etc., et que j'ai montré, dans la plupart des cas où les produits de l'organisation sont altérés, la nécessité de plusieurs causes agissant simultanément.

» Parmi les observations intéressantes que M. Coste vient d'exposer, une d'elles surtout m'a frappé vivement à cause des réflexions qu'elle me suggère au point de vue de la critique scientifique. Je veux parler de la différence de volume que présente une même espèce de corps vivant dans les individus qui la représentent, de sorte que par la filtration, les uns restent sur le filtre, tandis que les autres passent par les interstices qui séparent les fibres ligneuses du papier.

» En effet, qu'est-ce qu'un filtre? sinon un tamis qui laisse passer des particules liquides et retient des particules solides moindres de diamètre que les interstices du papier. On conçoit dès lors l'imperfection de la filtration lorsqu'un liquide tient en suspension des corpuscules solides, morts ou vivants, d'une densité égale à celle du liquide, réfractant la lumière comme lui et n'ayant pas de couleur; alors il n'est pas possible de reconnaître ces corpuscules au moyen du microscope. Voilà ce que j'ai toujours pensé.

» J'ai donc été satisfait d'entendre, dans une discussion à laquelle je suis resté étranger, qu'aucun esprit sévère ne peut admettre l'absence de corpuscules organisés dans un liquide où le microscope ne fait rien apercevoir. Une conclusion pareille ne serait acceptable qu'avec la certitude

qu'on possède un instrument *absolu*, c'est-à-dire capable de rendre visible un corps solide, quelque minime qu'en fût le volume, en suspension dans un liquide.

» Puisque je parle des erreurs auxquelles peut donner lieu la manière dont on envisage la filtration quand on la considère d'une manière absolue sans tenir compte de l'impuissance où elle est quelquefois de séparer un corps qui n'est pas dissous dans un liquide, je rappellerai encore des faits anciens.

» Pendant dix ans j'ai été en dissidence d'opinion avec M. Berzelius qui prétendait que la *matière grasse* qu'on trouve dans l'alcool ou l'éther qui a été mis en contact avec des matières azotées d'origine animale ou végétale est de nouvelle formation, qu'elle résulte de l'altération de la matière organique par le dissolvant. Je renvoie à un Mémoire lu à l'Académie (1) l'exposé d'expériences propres à combattre l'opinion de Berzelius, et j'ajoute qu'aujourd'hui elle n'est plus admise, et que le célèbre chimiste suédois lui-même m'avait écrit qu'il l'avait abandonnée. Mais ce que je veux rappeler, c'est qu'un élève de Berzelius, G. Gmelin, avait pensé démontrer l'exactitude de l'opinion de son maître par l'expérience et le raisonnement suivant :

« Les matières grasses sont insolubles dans l'eau. Je fais bouillir, disait-
» il, de la colle de poisson dans l'eau, je filtre la solution bouillante, je fais
» évaporer à sec la liqueur filtrée, et le résidu traité par l'alcool donne
» à ce liquide de la *matière grasse*. Or, puisque celle-ci est insoluble dans
» l'eau, elle est de nouvelle formation. »

» Gmelin n'avait pas vu que le liquide gélatineux avait entraîné à travers les interstices du filtre, de la matière grasse à l'état d'émulsion très-divisée.

» L'expérience m'a appris que l'on abrégerait beaucoup les discussions auxquelles peuvent donner lieu des opinions du ressort de la philosophie naturelle, si avant de les commencer on examinait les différents éléments dont cette opinion se compose. Ainsi je n'accepterai jamais, comme preuve de *la génération spontanée,* l'apparition d'êtres vivants dans un liquide où le microscope ne me découvrirait rien immédiatement après la filtration de ce liquide, surtout lorsqu'on aurait négligé de constater si différentes infusions végétales colorées ne produiraient pas des colorations inégales en les mêlant à ce liquide, car le moyen dont je parle m'a souvent fait reconnaître des corps solides suspendus dans des liquides où auparavant ils échappaient à la vue. Ma conclusion est donc que *nos sens et nos instruments n'étant point*

---

(1) Le 4 d'août 1823.

parfaits, il faut bien se garder de conclusions qui, pour être vraies, exigeraient cette perfection.

» Il m'est impossible de concevoir l'existence à l'état liquide d'un corps vivant ou susceptible de le devenir, car je ne conçois l'organisation qu'avec une *forme limitée et déterminée*, et cette organisation exige impérieusement une matière solide; voilà une seconde raison pour ne pas prendre part à une discussion où l'on pourrait être conduit à une conclusion qui reposerait sur des négations.

» Au reste, la distinction des différents éléments d'une question, eu égard à leurs degrés respectifs de certitude ou de probabilité, je l'ai faite en définissant, en 1843, l'espèce dans les êtres organisés.

» Ma définition comprend deux articles :

» *Le premier* est le fait vulgaire connu de tous, *la transmission de la forme des ascendants aux descendants.*

» *Le second* est *la relation de cette transmission de la forme dans des circonstances identiques ou au moins semblables.*

» Distinguons bien la différence des deux articles : le premier a le caractère de la certitude; mais si le second me paraît un complément nécessaire du premier à cause de l'harmonie si admirable du corps vivant et des circonstances où il vit, faute de pouvoir apprécier aujourd'hui l'influence de chacune de ces circonstances, il m'est impossible d'*affirmer ou de nier absolument que les espèces actuelles descendent des espèces antédiluviennes.*

» C'est en quoi ma définition de l'espèce diffère de toutes celles qui ont été données, parce que l'expression en est fidèle à nos connaissances actuelles et aux règles de la méthode *à posteriori* expérimentale.

» Elle a pour conséquences :

» 1° La révision d'un grand nombre d'espèces de plantes et d'animaux du *species* des naturalistes; car les études dont elles ont été l'objet ne suffisent pas pour affirmer qu'elles ne tirent pas leur origine d'autres espèces dont elles ne seraient que des *races fixées;*

» 2° Qu'il est temps de soumettre à l'expérience des individus d'espèces bien déterminées, afin de reconnaître l'influence de circonstances pareillement bien déterminées sur ces individus; et ces circonstances ne se bornent pas à celles des milieux, elles comprennent encore les influences que les graines et les œufs ont pu subir dans des circonstances relatives

à la fécondation, au développement de l'embryon ou du germe, et s'il s'agit des graines, de la position de celles-ci sur l'arbre, sur la tige, etc., en un mot elles comprennent encore des circonstances dépendant immédiatement du père et de la mère. »

PHYSIQUE. — *Détermination du coefficient de dilatation de la porcelaine de Bayeux, entre* 1000 *et* 1500 *degrés; par* **MM. H. Sainte-Claire Deville** *et* **L. Troost.**

« Le problème dont nous donnons l'énoncé dans le titre de cette communication nous intéresse directement au point de vue des méthodes que nous employons depuis plusieurs années pour la mesure des températures élevées : sa solution nous permettra d'aborder l'application de ces méthodes à la détermination des températures dans la plupart des foyers de nos laboratoires et de l'industrie.

» Nous avons opéré sur la porcelaine de Bayeux, d'abord parce qu'elle constitue la matière de nos vases, ensuite parce que ses propriétés réfractaires et son homogénéité la font employer presque exclusivement, et depuis longtemps, dans nos laboratoires de France. Enfin, la complaisance inépuisable de M. Gosse, qui a mis constamment à notre disposition la connaissance parfaite de son art et les ressources de ses grands ateliers, nous a permis d'employer sa porcelaine sous les formes les plus variées et les mieux appropriées à nos besoins.

» Avec les moyens actuels de la science, la dilatation cubique de la porcelaine ne peut être mesurée directement : on ne possède aucun liquide analogue au mercure, dont la dilatation soit connue aux températures auxquelles nous opérons. Il faut nécessairement avoir recours à la mesure directe de l'allongement produit dans une tige de porcelaine de longueur donnée et à une température connue. Pour que l'exactitude soit complète, il faut déterminer en même temps les variations de température au moyen d'un thermomètre à air, dont la matière soit identique à la matière de la tige mise en expérience. Dans ce cas, il faut constater *au même moment* l'allongement de la tige de porcelaine sous l'influence de la température et la quantité d'air sortie du thermomètre ; en introduisant ces deux éléments dans les deux équations du premier degré qui donnent la température en fonction du coefficient de dilatation de la porcelaine, on calcule et ce coefficient et la température à laquelle on a opéré.

» En conséquence, nous déterminons dans ces conditions, avec un ballon de porcelaine dont la forme et la construction ont été décrites dans un précédent Mémoire (1), la température d'une enceinte dans laquelle est également chauffée la tige de porcelaine dont on mesure l'allongement. L'enceinte est formée par un grand creuset de plombagine destiné à la fusion de l'acier, et fabriqué par M. Coste, de Tilleur (près Liége). C'est un cylindre épais de 14 centimètres de diamètre intérieur et de 40 centimètres de hauteur. Sa paroi verticale est percée en haut et en bas de quatre trous ronds opposés deux à deux, et que traversent quatre tubes de terre réfractaire de 4 centimètres de diamètre : leurs axes, perpendiculaires aux génératrices du creuset cylindrique, sont deux à deux sur une même ligne horizontale. Cette disposition permet : 1° de voir les extrémités de la tige de porcelaine longue de 30 centimètres environ ; 2° d'apercevoir la flamme de deux bougies placées à l'extérieur et dans l'axe des deux cylindres pour faciliter le pointage de ces extrémités ; 3° de faire se détacher, sur un fond obscur, ces mêmes extrémités lorsque la tige sera rougie par le feu. En effet, deux des tubes horizontaux situés sur une même génératrice du creuset, en avant de l'appareil, sont fermés par une lame de mica ; les deux autres tubes placés en arrière seront fermés par un cylindre mobile en terre cuite dès qu'on chauffera l'appareil.

» Tout le système est placé dans un four vertical, construit de telle façon, que la flamme du foyer, passant au moyen de carneaux successivement sur les deux moitiés du creuset, l'échauffera d'une manière uniforme. Le foyer est carré et chaque côté du carré a 30 centimètres de longueur. La grille est placée à 70 centimètres au-dessous de la base du creuset.

» Le fourneau est alimenté par du charbon de cornue et un ventilateur qui nous rend maîtres des variations de température.

» Nous décrirons sommairement le mode opératoire que nous avons adopté, en retranchant tout ce qui exige nécessairement d'être représenté par une figure.

» Le creuset étant placé, on introduit la tige de porcelaine soutenue par une chaîne de platine qui est attachée tout près de son extrémité supérieure, de manière que la tige de porcelaine se maintienne nécessairement dans une position verticale. On a eu soin de fixer aux deux extrémités de cette

---

(1) Voyez *Comptes rendus*, t. LVII, p. 897.

tige deux boutons hémisphériques et très-petits en platine incrusté dans la matière même de la porcelaine au moyen du chalumeau à gaz tonnants. On rend ainsi très-précis le pointage de ces extrémités. La chaîne de platine est fixée à une petite crémaillère placée en dehors du fourneau sur un support qui n'est pas influencé par la dilatation de ses parois. La crémaillère permet de donner à la tige de porcelaine une position qui facilite les mesures. On place à la hauteur des extrémités de cette tige deux bougies sur la flamme desquelles les petits boutons de platine se projettent en noir ; et avec un cathétomètre de Gambey, très-précis et très-exactement vérifié, on mesure à un centième de millimètre près la distance verticale comprise entre les deux boutons de platine.

» On introduit dans le creuset le ballon de porcelaine destiné à la mesure des températures, et on place son centre au niveau de la tige de porcelaine. On ferme l'appareil avec un couvercle muni d'échancrures qui laissent passer : 1° la chaîne de platine à laquelle est attachée la tige de porcelaine ; 2° le col du thermomètre ; 3° un petit appareil que nous décrirons plus loin sous le nom de *compensateur*.

» 1° *Mesure de la dilatation linéaire de la porcelaine.* — Lorsque la température est portée au point voulu, la tige de porcelaine rouge devient invisible dans l'espace incandescent où elle est plongée ; mais ses deux extrémités se détachent avec une grande netteté sur les bouchons froids qui forment un fond obscur à l'extrémité de deux des tubes horizontaux. On détermine ainsi avec une même précision à toutes les températures la distance qui sépare les deux petits boutons de platine. On a donc l'un des éléments qu'il s'agit de fixer.

» 2° *Détermination de la température.* — Le col du ballon de porcelaine sortant du creuset est mastiqué à un tube jaugé en cuivre de quelques dixièmes de millimètre de diamètre intérieur. Ce tube conduit l'air chassé du ballon par la dilatation à un manomètre placé dans une pièce voisine dont la température reste constante, d'après les prescriptions que nous avons déjà détaillées dans un Mémoire précédemment cité et auquel nous renvoyons. Nous ne dirons qu'un mot de plus sur la construction du manomètre : il se compose essentiellement d'une sphère en verre de 200 à 250 centimètres cubes, terminée à sa partie supérieure par un tube très-court de $1\frac{1}{2}$ centimètre de diamètre intérieur sur lequel on a gravé un trait de repère et soudé un tube capillaire qui est relié lui-même au tube de cuivre par un mastiquage parfait. Au-dessous de la sphère se trouve un tube

de verre de 15 millimètres de diamètre intérieur, sur lequel sont gravés de nouveaux repères distants de 3 centimètres les uns des autres. Les intervalles compris entre tous ces repères sont exactement mesurés au moyen du mercure à chaque changement de température. Le reste de l'appareil est semblable au manomètre employé par M. Regnault dans toutes ses expériences; nous n'y avons ajouté qu'un tube auxiliaire muni d'un robinet et d'un ajutage convenable qui fait arriver le mercure de bas en haut dans l'appareil, et qu'on manœuvre de loin pendant qu'on a l'œil placé à la lunette du cathétomètre.

» Nous recommandons aux constructeurs de donner à ces manomètres une hauteur verticale aussi petite que possible, afin de diminuer une cause d'erreur considérable venant des différences de température acquises par les différentes tranches de l'eau qui baigne l'appareil manométrique, différences qui ne sont jamais nulles, quelque faibles que soient les variations de température dans la chambre où on opère. On en diminue encore l'influence en agitant ou renouvelant constamment cette eau et en déterminant sa température au moyen d'un thermomètre placé de telle sorte, que le milieu de son réservoir soit au niveau du centre de la sphère du manomètre. La longueur de ce réservoir doit être telle, que le thermomètre accuse la température moyenne de l'air contenu dans la sphère.

» 3° *Compensateur.* — On apprécierait difficilement, par des mesures directes, la température du col du ballon dans la portion qui ne plonge pas dans le creuset, quoiqu'elle soit sur presque toute sa longueur environnée par des écrans d'eau froide. La température du tube de cuivre varie peu, et son volume est très-petit par rapport au volume du ballon; mais enfin il est difficile aussi d'apprécier sa température moyenne sur tout son parcours. Quoique toutes les causes d'erreur qui en résultent soient négligeables, il est très-sage de les compenser toutes à la fois par un système d'appareil qui permette d'en mesurer directement l'effet total en donnant un nombre que l'on introduit immédiatement dans les formules. C'est pour cela qu'à côté du col du ballon (partie qui ne plonge pas dans le creuset), nous plaçons un tube de porcelaine de même diamètre intérieur que ce col. Il est fermé à son extrémité inférieure et mastiqué par son extrémité supérieure à un tube de cuivre de même diamètre et de même longueur que celui qui met en communication le ballon avec le réservoir du manomètre. Ces deux tubes, constamment juxtaposés, ne se séparent que très-près du point où l'on fait les observations. Celui qui sert de com-

pensateur est mastiqué à un petit manomètre, au moyen duquel on détermine à chaque observation la pression de l'air qu'il contient. Avec cette pression, on élimine immédiatement le terme de l'équation qui contient les valeurs difficiles à déterminer. Nous avons trouvé dans un appareil déjà décrit par M. Hervé Mangon (1) et que nous recommandons fortement à l'attention des physiciens le principe de cette méthode, qui donne les meilleurs résultats. Ainsi, nous avons pu écarter les incertitudes provenant de la dilatation du verre dans le manomètre, de la variation des températures dans les espaces qui séparent le manomètre du ballon, et nous avons annulé toutes les faibles causes d'erreur dans nos expériences. Quant aux grands nombres introduits dans nos équations, ils représentent le volume du manomètre et le volume du ballon : ils ont été déterminés avec une précision qu'un petit nombre d'appareils de physique permettent d'atteindre. Le volume du manomètre se mesure avec une grande exactitude, si l'on suit les prescriptions recommandées par M. Regnault, celles dont nous avons parlé, et d'autres encore que nous détaillerons dans un Mémoire complet sur la matière. Le volume du ballon, qui est en général voisin de 300 centimètres cubes, s'obtient en le remplissant à l'ébullition avec de l'eau distillée qu'on fait refroidir dans de l'eau maintenue à environ 3°,5. Le ballon, transformé en une sorte de thermomètre à eau au moyen d'un entonnoir effilé et d'un tube de caoutchouc, indique lui-même le moment où l'eau a atteint le maximum de sa densité. Cette méthode permet d'apprécier le volume à 1 millimètre cube près. Avant d'être employé aux expériences, le ballon doit être séché dans le vide à une température de 400 à 500 degrés et rempli d'air sec à la température ordinaire. Enfin, il est mastiqué au tube de cuivre communiquant avec le manomètre au moyen d'un petit ajutage commun à tous ces appareils et qui ne peut être décrit ici. On fait le vide un grand nombre de fois dans le manomètre et dans le ballon, et on les remplit d'air sec et dépouillé d'acide carbonique. On supprime avec du mastic ou de la soudure toute communication avec l'extérieur, de manière à exclure complétement l'emploi des robinets.

» On plonge le ballon dans la glace et on détermine avec les précautions connues la masse de l'air qui va servir aux expériences et qu'on vérifie en chauffant le ballon dans la vapeur d'eau bouillante. On a déterminé dans toutes les expériences les éléments suivants :

» 1° La pression dans le grand manomètre et sa température;

---

(1) Voyez *Annuaire de la Société météorologique*, t. XI, p. 139.

» 2° La pression dans le manomètre compensateur et sa température;

» 3° La hauteur du baromètre et sa température.

» Les températures du fil de cuivre n'ont besoin, à cause du compensateur, d'être connues que dans le moment où l'on détermine la masse, et alors ces températures ne sont soumises qu'à des variations insensibles.

» Nous nous sommes toujours astreints à maintenir dans nos appareils une pression inférieure (1) à la pression atmosphérique et très-peu différente de la pression initiale. Cette précaution a deux avantages : elle annule complétement l'influence des espaces intermédiaires entre le ballon et le manomètre, et elle nous permet d'affirmer que nulle quantité d'air n'a pu sortir de nos appareils qui, d'ailleurs, tiennent le vide indéfiniment. On verra plus loin que nos ballons augmentent régulièrement de volume dans chacune de nos expériences : il était indispensable de nous assurer que la pression de l'air dans ces ballons ne pouvait être la cause déterminante de cet effet inattendu.

» Après chaque série d'expériences, nous avons toujours analysé l'air resté dans le ballon et nous avons constaté que sa composition n'avait pas changé.

» Voici maintenant les résultats auxquels nous sommes arrivés.

» 1° *Dilatation permanente de la porcelaine.* — Quand on chauffe une tige ou un ballon de porcelaine à une température élevée, la constitution moléculaire de cette matière se modifie de telle sorte, que la tige et le ballon prennent un accroissement de longueur ou de volume dont une partie devient permanente à la température ordinaire.

» La cathétomètre donne directement l'allongement permanent de la tige de porcelaine. La diminution de la pression de l'air contenu dans le ballon et ramené à 0 degré et la détermination à nouveau du volume de ce ballon, permettent de fixer par deux nombres concordants l'augmentation de volume du ballon après qu'on l'a exposé à une température élevée. Ce résultat, constant dans nos expériences, doit avoir pour cause la diminution de la densité de la porcelaine lorsque sa pâte a été portée à une température élevée.

---

(1) C'est pour cela qu'en outre de l'espace contenu dans la sphère de notre manomètre, nous avons ménagé l'espace contenu dans le tube situé au-dessous et qui est exactement jaugé de 3 en 3 centimètres. Le volume et la pression pouvant varier à volonté dans notre appareil, nous pouvons toujours donner à la pression à peu près la valeur que nous désirons lui conserver dans le courant des observations.

» L'expérience suivante en est une preuve : la densité de la porcelaine de Bayeux, qui a servi à nos expériences, a été prise à la température de 17 degrés d'abord, avant toute opération; puis, après des cuissons successives, à des températures de plus en plus élevées. Nous avons obtenu les résultats suivants :

	Densité.
Porcelaine de Bayeux	2,146
Porcelaine de Bayeux chauffée au rouge clair	2,060
Porcelaine de Bayeux chauffée au blanc	2,023
Porcelaine de Bayeux chauffée de nouveau à la même température	2,023

» Il est clair que la porcelaine se vitrifie dans ces circonstances, et qu'en se vitrifiant elle se comporte comme le quartz ou les matières silicatées qui perdent, comme l'a fait voir le premier M. Ch. Sainte-Claire Deville, une portion considérable de leur densité. Ce fait, dont M. Ch. Deville a démontré toute la généralité et toute l'importance dans l'explication des phénomènes géologiques, est intervenu dans une simple expérience de physique pour troubler tous nos calculs. Avant que nous l'eussions régulièrement constaté, il apportait dans nos résultats une complication qui disparaît aujourd'hui. C'est même ce qui explique le retard apporté à la publication de ces recherches commencées déjà depuis longtemps.

» 2° *Dilatation normale de la porcelaine.* — La dilatation permanente de la porcelaine ne paraît apporter aucun changement sensible dans le coefficient de dilatation de la matière plus ou moins vitrifiée. Entre 1000 et 1400 degrés le coefficient varie peu et se maintient entre 0,0000160 et 0,0000170. Mais vers 1501 degrés et au-dessus le chiffre monte brusquement à 0,0000200, en se rapprochant par conséquent de la dilatation du verre. C'est ce qui résulte de la simple inspection des tableaux suivants que nous donnons comme spécimens; nos expériences, qui montent à plus de deux cents, ne pouvant prendre place dans cet extrait.

DILATATION NORMALE de la porcelaine.

NUMÉROS des expériences faites avec le même ballon et la même tige.	VOLUMES successifs du ballon à 0°.	LONGUEURS de la tige aux différentes températures.	TEMPÉRATURES.	COEFFICIENT de dilatation cubique.
	cc	mm	o	
I	279,468	302,51	0	
		304,32	1106	0,0000162
		304,75	1324	168
		305,02	1446	172
		305,20	1466	182
II	280,743	303,01	0	
		305,08	1266	0,0000162
		305,18	1352	160
III	282,168	303,21	0	
		305,30	1298	0,0000160
		305,50	1457	160
		306,40	1524	203
IV	283,879	304,25	0	

DILATATION PERMANENTE de la porcelaine.

VOLUME du ballon à 0°.	LONGUEUR de la tige à 0°.	TEMPÉRATURE maximum entre deux mesures.
cc	mm	
″	291,05	
		1362°
″	291,94	
		1358
″	292,22	
		0
Nouveau ballon. 281,248	292,22	
		1422
282,020	292,37	
		1430
282,446	292,72	
		1441
283,902	293,26	
		1222
284,009	293,54	
		1204
284,106	293,56	
		1405
284,177	293,57	
		0
284,177	Nouvelle tige. 301,23	
		1445
284,914	301,99	
		1454
285,647	302,51	
		0
Nouveau ballon. 279,468	302,51	
		1452
280,347	303,02	
		1419
282,168	303,21	
		1524
283,879	304,25	

» Dans le cours de ces recherches nous avons expérimenté successivement tous les modes de chauffage employés dans l'industrie. Nos ballons ont été exposés à la chaleur :

» 1° Dans la flamme d'un four à réverbère (à nu) ;

» 2° Dans un creuset plongé dans la flamme ;

» 3° Dans un moufle plongé dans la flamme ;

» 4° Dans un moufle en contact avec le charbon.

» Nous avons fait varier la nature du combustible en employant successivement le bois, la houille, le coke et le charbon de cornues.

» Nous avons étudié l'influence qu'exerce sur la température produite l'épaisseur du combustible sur la grille, son mode d'introduction, la vitesse du vent ou la rapidité du tirage.

» La température la plus haute que nous ayons mesurée est de 1554 de-

grés. Dans un certain nombre d'expériences, et en particulier dans une opération où nous avons atteint 1530 degrés, de petites coupelles d'argent, d'or et de cuivre placées dans un gaz réducteur sont devenues complétement invisibles dans l'atmosphère au sein de laquelle elles étaient plongées. Quelques indices seulement nous ont fait croire à la présence de vapeur à la surface de ces métaux. Le feldspath a été fondu et transformé en un verre parfaitement limpide. Cependant un clou de fer recouvert de verre ordinaire n'a présenté aucune apparence de fusion. Il en a été de même d'une tige d'acier; mais nous ne pouvons rien affirmer à ce sujet, attendu que cette tige, peu volumineuse, a pu s'affiner à la surface.

» Nous conclurons de tout ce que nous venons de dire que la porcelaine de Bayeux, matière absolument imperméable et encore rigide aux températures voisines de 1500 degrés, capable de se dilater jusque-là d'une manière uniforme, sans qu'on ait à tenir compte de sa dilatation permanente, si ce n'est au début des expériences, est un pyromètre susceptible de donner des indications d'une grande exactitude, et de recevoir des applications importantes. La possibilité qu'on a d'en souder les différentes parties au chalumeau à gaz tonnants lui donne encore une grande valeur pour la construction des instruments de physique, et nous espérons que le maniement de ces appareils, qu'une longue pratique nous permet de rendre facile, ne sera pas entre les mains des savants sans applications nouvelles. Nous nous proposons d'en faire nous-mêmes quelques-unes, parmi celles qui ont le plus d'importance pour la science et pour l'industrie. »

GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE. — *Note sur la distribution géographique des Annélides*; par M. A. DE QUATREFAGES.

« J'ai terminé il y a peu de jours un travail auquel j'ai consacré, depuis quelques années, la plus grande partie du temps que me laissaient d'autres occupations plus impérieuses (1). C'est une *Histoire naturelle générale des Annélides et des Géphyriens*. Cet ouvrage formera deux volumes dans la collection des *Suites à Buffon* publiée par M. Roret (2).

---

(1) Parmi ces occupations impérieuses, je citerai surtout les deux missions que m'a confiées l'Académie pour aller étudier la maladie des vers à soie.

(2) Dans le principe je m'étais engagé à faire l'histoire de tous les Annélés, mais le travail s'étant trouvé bien plus considérable qu'on ne pouvait le prévoir, M. Léon Vaillant s'est chargé des autres *Annélés marins et d'eau douce*, en particulier des Hirudinées et des Lombrics qui ne sont pas pour moi, comme je l'ai dit ailleurs, de véritables Annélides et consti-

» Depuis le *Système des Annélides* de Savigny (1820), et les *Additions* faites par M. Edwards à la seconde édition de Lamarck (1838), M. Grube est le seul naturaliste qui ait cherché à résumer l'état de nos connaissances sur cette classe si curieuse à tant d'égards. Ses *Familles des Annélides* (1851) seront toujours consultées par les savants qui s'occuperont de ce groupe. Mais d'une part l'ouvrage de Grube n'est qu'un catalogue raisonné, et d'autre part d'importantes publications avaient eu lieu depuis cette époque. En outre une foule de documents sont disséminés dans un grand nombre de recueils ou de publications particulières. Il était devenu vraiment nécessaire, ce me semble, de réunir en un corps d'ouvrage proprement dit un ensemble de faits qui, par leur accumulation même, et surtout par leur dispersion, menaçaient de devenir embarrassants. C'est ce que je me suis efforcé de faire, en y ajoutant les matériaux originaux dont je disposais.

» Ces matériaux sont de deux sortes. D'une part, M. Valenciennes a bien voulu mettre à ma disposition, avec une libéralité dont je suis heureux de lui témoigner ici ma gratitude, la magnifique collection qu'il a *créée* au Muséum. Cette collection compte aujourd'hui environ 700 bocaux dont un grand nombre renferment plusieurs individus. J'y ai trouvé une foule d'espèces, de genres et même de types entièrement nouveaux. C'est dire combien était riche la mine que j'ai pu exploiter grâce à mon savant et obligeant confrère (1).

» D'autre part, l'Académie se rappelle peut-être que les Annélides ont toujours été pour moi un sujet d'études de prédilection. Malgré d'assez nombreuses publications sur ce sujet, j'avais encore en portefeuille bien des notes, bien des dessins (2). Ces matériaux m'ont été fort utiles, surtout pour la partie anatomique et physiologique du livre, partie à laquelle j'ai

---

tuent deux classes distinctes, celle des Bdelles et celle des Érythrèmes. (*Ann. des Sc. nat.*; Mémoire sur les affinités des Lombrics et des Sangsues; Note sur la classification des Annélés, etc.)

(1) On sait que je ne suis pas le seul à qui M. Valenciennes ait rendu un semblable service. La collection des Vers intestinaux, également créée par cet honorable et zélé professeur, celle des Oursins, qui égale aujourd'hui à elle seule l'ensemble de toutes celles qui existent en Europe, ont été livrées par lui avec la même générosité à MM. Dujardin et Agassiz. On sait aussi que ces deux naturalistes, venus à Paris avec des ouvrages qu'ils croyaient terminés, se sont vus obligés de les refaire, tant les objets réunis par M. Valenciennes étaient importants et nombreux.

(2) J'ai rapporté aussi de mes diverses courses un grand nombre d'Annélides conservées dans l'alcool et qui ont été déposées dans la collection du Muséum.

donné assez de développement. Ils m'ont en outre fourni les planches d'un atlas presque exclusivement composé de figures faites sur le vivant (1), et qui, à ce titre, présenteront, j'espère, quelque intérêt aux naturalistes.

» Grâce à cet ensemble de circonstances j'étais certain, dès le début de mon travail, d'avoir sur mes devanciers au moins cet avantage, qu'aucun d'eux n'aurait pu passer en revue un aussi grand nombre d'espèces. Je m'étais promis de profiter de cette circonstance pour faire de la distribution géographique de ces espèces l'objet d'une étude détaillée, car la science ne possède encore aucune donnée sur cette question. Mais un fait que mes recherches personnelles m'avaient déjà conduit à admettre et que tout est venu confirmer m'a forcé de modifier sur ce point mes intentions.

» Les espèces de la classe des Annélides sont beaucoup plus diversifiées, beaucoup plus multipliées qu'on ne le pense généralement. Nous n'en connaissons encore que la plus faible partie parce que les difficultés que présente la capture et la conservation de la plupart d'entre elles ont trop souvent empêché les voyageurs de chercher à les recueillir. La magnifique publication de M. Schmarda, les remarquables collections rapportées par l'*Eugenia*, et que M. Kinberg a commencé à nous faire connaître, sont là pour justifier tout ce que j'ai dit depuis longtemps à ce sujet, pour montrer quelles riches récoltes attendent ceux dont l'attention se dirigera vers ce groupe trop négligé.

» Ce défaut de connaissance des espèces rendrait prématurée toute tentative qui aurait pour but d'examiner d'une manière détaillée la répartition géographique des Annélides. Mais peut-être fait-il mieux ressortir quelques lois générales parmi lesquelles il en est qui sont d'autant plus importantes à signaler, qu'elles contrastent d'une manière frappante avec quelques-uns des faits les plus universellement constatés dans les autres groupes. Ce sont ces résultats généraux d'une étude bien longue et bien minutieuse sur lesquels je voudrais appeler un moment l'attention de l'Académie.

» (Ce travail étant destiné à paraître dans les *Archives du Muséum*, je me borne à en indiquer ici les principales conclusions :)

» 1° La classe des *Annélides proprement dites* (*Annélides Errantes* et *Tubicoles*) est dans les eaux salées le *terme correspondant géographique* de la classe des *Érythrèmes* (*Lombrics* et *Naïs*).

(1) Deux figures seulement, représentant une Aphrodite et une Hermione, ont été faites d'après des individus conservés dans l'alcool, et ces espèces n'ont pu subir que peu ou point d'altération.

» 2° La *classe* des Annélides a des représentants dans toutes les mers. Il en est de même des deux *ordres* qui la composent (*A. Errantes* et *A. Sédentaires*); sous ce rapport, le groupe qui nous occupe rentre, peut-on dire, dans les règles générales.

» 3° Ce cosmopolitisme semble s'étendre non-seulement aux grands genres qui reproduisent le mieux le type général, mais encore aux sous-types les plus exceptionnels et aux genres qui sembleraient devoir être les plus caractéristiques. Sous ce rapport les Annélides s'écartent de ce qu'ont montré tous les autres groupes étudiés au point de vue géographique.

» 4° De là il résulte que la faune des Annélides paraît jusqu'ici ne rien présenter qui rappelle les *régions zoologiques*, les *centres de création* caractérisés par un ou plusieurs types spéciaux, régions et centres dont la plupart des autres classes du règne animal ont permis de constater l'existence.

» 5° *La tendance à la diffusion* des genres et sous-genres est contre-balancée par la *tendance au cantonnement* non moins prononcée dans les espèces.

» 6° Le nombre des espèces communes à deux continents, à deux hémisphères, aux mers orientales et occidentales d'un même continent, etc., s'il n'est pas absolument nul, sera toujours excessivement restreint. Les espèces d'un même genre changent parfois à des distances très-peu considérables. Je n'ai pas trouvé une seule espèce commune à nos côtes de l'Océan et aux côtes de la Méditerranée.

» 7° Les courants marins peuvent expliquer les rares exceptions que présente la loi de cantonnement des espèces. C'est ainsi que j'ai trouvé à Saint-Jean-de-Luz la grande Eunice de Rousseau, confondue par Cuvier avec l'Eunice gigantesque de la mer des Indes. Cette espèce, originaire de la mer des Antilles, avait été évidemment apportée du golfe du Mexique par le gulf-stream.

» 8° Du cosmopolitisme des types et du cantonnement des espèces, il résulte que les *termes correspondants géographiques* ne doivent plus être cherchés que dans ces dernières. Déjà on les trouve presque toujours, même lorsqu'il s'agit des espèces les plus remarquables par quelque particularité d'organisation, de taille, etc.

» 9° La classe des Annélides ne présente pas au point de vue du perfectionnement de l'organisme les différences correspondant à la latitude qui ont été signalées chez d'autres groupes, en particulier chez les *Crustacés* par M. Milne Edwards. L'*égalité* d'organisation est une des lois les plus générales de ce groupe.

» 10° La nature des côtes influe de la manière la plus marquée sur le

développement de la faune des Annélides. A en juger par tout ce que je connais, les côtes granitiques et schisteuses sont en général remarquablement riches en espèces et en individus; les côtes calcaires sont remarquablement pauvres sous ce double rapport. »

CHIMIE. — *Sur les propriétés de l'acide silicique et d'autres acides colloïdes; par* M. T. **Graham.**

» Les notions usuelles sur la solubilité des corps reposent principalement sur l'observation des sels cristallins, et s'appliquent très-imparfaitement à la classe des substances colloïdes. L'acide silicique hydraté, par exemple, à l'état soluble est, à parler justement, un corps liquide, comme l'acool, se mélangeant à l'eau en toutes proportions. Nous ne pouvons donc parler des degrés de solubilité de cet acide, comme des degrés de solubilité d'un sel, à moins qu'il ne s'agisse de l'acide silicique gélatineux. La gelée d'acide silicique au moment de sa préparation peut contenir plus ou moins d'eau combinée, et paraît être soluble en raison de son degré d'hydratation. Une gelée contenant 1 pour 100 d'acide silicique donne avec l'eau froide une solution contenant environ 1 partie d'acide silicique pour 5000 parties d'eau; une gelée contenant 5 pour 100 d'acide silicique fournit une solution contenant à peu près 1 partie d'acide pour 10000 parties d'eau. Une gelée moins hydratée est encore moins soluble; enfin la gelée rendue anhydre se présente sous la forme de masses blanches gommeuses qui paraissent absolument insolubles, comme la poudre légère d'acide silicique qu'on obtient en desséchant une gelée chargée de sels dans une analyse ordinaire d'un silicate.

» La liquidité de l'acide silicique n'est affectée que par un changement permanent (coagulation ou pectisation), par lequel l'acide passe à l'état gélatineux ou pecteux, et perd la faculté de se mélanger avec l'eau. La liquidité est permanente en proportion du degré de dilution de l'acide silicique, et paraît être favorisée par une basse température. Un acide silicique liquide à 10 ou 12 pour 100 se pectise spontanément en quelques heures à la température ordinaire, et immédiatement quand on la chauffe. Un liquide à 5 pour 100 peut se conserver cinq ou six jours; un liquide à 2 pour 100 deux ou trois mois, et un liquide à 1 pour 100 ne s'est pas pectisé au bout de deux ans. Il est probable que les solutions étendues de 0,1 pour 100 et au-dessous sont presque inaltérables par le temps, d'où la possibilité de l'existence de l'acide silicique soluble dans la nature.

J'ajouterai cependant qu'aucune solution, faible ou concentree, de l'acide silicique dans l'eau n'a montré aucune tendance à déposer des cristaux, mais fournit toujours par la dessiccation un hyalite colloïde vitreux. La formation, si fréquente dans la nature, des cristaux de quartz à une basse température reste donc un mystère. Je ne puis que supposer que ces cristaux se déposent avec une lenteur excessive de solutions extrêmement étendues d'acide silicique. La dilution affaiblit sans contredit le caractère colloïdal des substances, et peut, par conséquent, favoriser le développement de leur tendance à cristalliser, surtout dans le cas où le cristal une fois formé est complétement insoluble comme celui du quartz.

» La pectisation de l'acide silicique liquide est favorisée par le contact avec des corps solides en poudre. En présence du graphite pulvérisé, qui n'exerce aucune action chimique, la pectisation de l'acide silicique à 5 pour 100 s'effectue en une heure ou deux, et celle de l'acide à 2 pour 100 en deux jours. On observa pendant la formation de la gelée à 5 pour 100 une élévation de température de 1°,1 (centigrade).

» La pectisation définitive de l'acide silicique est précédée d'un épaississement graduel du liquide lui-même. Le passage des liquides colloïdes à travers un tube capillaire est toujours lent, comparativement au passage des solutions cristalloïdes, de sorte qu'on peut employer un tube capillaire comme colloïdoscope. Avec un liquide colloïde de viscosité croissante, tel que l'acide silicique, on peut constater de jour en jour la difficulté de plus en plus grande qu'il éprouve à traverser le colloïdoscope. Au moment de se gélatiniser, l'acide silicique coule à la manière d'une huile.

» Un caractère dominant des colloïdes, c'est la tendance de leurs particules à adhérer les unes aux autres, à s'agréger et à se contracter. Cette idio-attraction est démontrée par l'épaississement graduel du liquide, et en se développant aboutit à la pectisation. Dans la gelée elle-même, cette contraction particulière ou *synæresis* se continue en amenant la séparation de l'eau et la division de la masse en caillot et en sérum; elle se termine par la production d'une masse dure pierreuse, de structure vitrée et qui peut être anhydre ou presque anhydre, quand on permet à l'eau de s'échapper par évaporation. La *synæresis* intense de la colle de poisson desséchée dans un plat de verre sur l'acide sulfurique dans le vide, fait que la gélatine en se contractant déchire et emporte avec elle la surface du verre. Le verre lui-même est un colloïde et l'adhésion des colloïdes entre eux paraît plus puissante qu'entre colloïde et cristalloïde. La gélatine desséchée, ainsi qu'il

vient d'être dit, sur des plaques de spath d'Islande et de mica, n'adhéra pas à la surface cristalline, mais se détacha par la dessiccation. On sait qu'il est imprudent de laisser en contact immédiat des plaques de verre poli, à cause du danger d'une adhésion permanente entre les surfaces. L'adhésion entre eux de fragments d'acide phosphorique glacial est un vieil exemple de *synæresis* colloïdale.

» Quand on songe que l'état colloïdal des corps est le résultat d'une attraction et d'une agrégation particulières de leurs molécules, propriétés dont la matière n'est jamais entièrement dépourvue, mais qui sont beaucoup plus marquées dans certaines substances que dans d'autres, on n'est pas surpris de voir les caractères colloïdaux s'étendre en sens opposé d'un côté jusque parmi les liquides, de l'autre parmi les solides. Ces caractères se manifestent dans la viscosité des liquides et dans la mollesse et l'adhérence de certains corps cristallins. Le métaphosphate de soude, après sa fusion par la chaleur, est un vrai verre ou colloïde ; mais quand on maintient ce verre pendant quelques minutes à quelques degrés au-dessous de son point de fusion, il prend une structure cristalline sans perdre sa transparence. Malgré ce changement, le sel a conservé sa faible diffusibilité ainsi que d'autres caractères d'un colloïde. L'eau à l'état de glace a déjà été citée comme exemple d'une semblable forme intermédiaire, à la fois colloïde et cristalline et susceptible, comme colloïde, d'adhésion entre ses parties, et de réunion ou de « regélation. »

» Il est inutile de revenir ici sur la pectisation si facile de l'acide silicique liquide au moyen des sels alcalins, y compris quelques-uns d'une très-faible solubilité, tels que le carbonate de chaux. Il suffit de mentionner que la présence du carbonate de chaux dans l'eau a été trouvée incompatible avec la coexistence de l'acide silicique soluble, jusqu'à ce que la proportion de ce dernier a été réduite à près de 1 pour 10 000 parties d'eau.

» Certains liquides diffèrent des sels en ce qu'ils n'exercent que peu ou point d'influence pectisante sur l'acide silicique liquide. Mais d'un autre côté aucun des liquides auxquels nous faisons allusion ne paraît favoriser la préservation de la fluidité d'un colloïde, pas plus en tout cas que ne le ferait l'addition de l'eau. Parmi ces substances inactives se trouvent les acides chlorhydrique, nitrique, acétique et tartrique, le sirop de sucre, la glycérine et l'alcool. Mais tous ces liquides et beaucoup d'autres montrent une relation importante avec l'acide silicique, et qui n'a aucune analogie avec l'action pectisante des sels. Ils sont susceptibles de déplacer l'eau de combinaison de l'acide silicique hydraté, que cet hydrate soit à l'état

liquide ou qu'il soit à l'état gélatineux, et de donner ainsi de nouveaux produits de substitution.

» On obtient un composé liquide d'alcool avec l'acide silicique en ajoutant de l'alcool à de l'acide silicique aqueux, en employant ensuite des moyens convenables pour éliminer l'eau du mélange. A cet effet, on peut placer le mélange renfermé dans une capsule au-dessus de carbonate de potasse sec ou de chaux vive, sous le récipient d'une machine pneumatique, ou bien on peut suspendre dans un vase rempli d'alcool un sac dialyseur de papier parchemin contenant le mélange d'alcool, d'eau et d'acide silicique : l'eau se diffuse en laissant dans le sac un liquide composé uniquement de l'alcool et de l'acide silicique. Une précaution à prendre, c'est de ne pas laisser la proportion d'acide silicique dépasser 1 pour 100 de la solution alcoolique, autrement il pourrait se gélatiniser pendant l'expérience. S'il m'est permis de distinguer les hydrates liquide et gélatineux d'acide silicique par les termes de formation irrégulière : *hydrosol* et *hydrogel* d'acide silicique, les deux substances alcooliques correspondantes qui viennent d'être mentionnées pourront être désignées comme l'*alcosol* et l'*alcogel* de l'acide silicique.

» L'alcosol de l'acide silicique, contenant 1 pour 100 de ce dernier, est un liquide incolore qui ne donne aucun précipité par l'addition de l'eau ou des sels, ni par le contact avec les poudres insolubles, probablement à cause de la faible proportion de l'acide silicique contenue dans la solution. On peut le faire bouillir et l'évaporer sans l'altérer, mais il se gélatinise par une légère concentration. L'alcool est retenu avec moins de force dans l'alcosol de l'acide silicique, que l'eau n'est retenue dans l'hydrosol, mais avec une énergie variable; une petite portion de l'alcool se trouve si fortement combinée, qu'il se charbonne lorsqu'on distille rapidement à une haute température la gelée provenant de l'alcosol. On ne trouve pas une trace d'éther silicique dans aucun des composés de cette classe. La gelée brûle aisément à l'air en laissant tout l'acide silicique sous forme de cendre blanche.

» On prépare facilement l'alcogel, ou composé solide, en plaçant des masses d'acide silicique gélatineux, contenant 8 ou 10 pour 100 de l'acide sec, dans l'alcool absolu et en changeant plusieurs fois celui-ci jusqu'à ce que l'eau de l'hydrogel soit complétement remplacée par l'alcool. L'alcogel est en général un peu opalin, et a la même apparence que l'hydrogel, dont il conserve à peu près le volume primitif. Voici la composition d'un alcogel préparé avec soin en partant d'un hydrogel renfermant 9,35

pour 100 d'acide silicique :

Alcool	88,13
Eau	0,23
Acide silicique	11,64
	100,00

» En contact avec l'eau, l'alcogel se décompose peu à peu ; l'alcool se sépare par diffusion, et est remplacé par de l'eau, de sorte qu'il se reproduit un hydrogel.

» De plus, l'alcogel peut devenir le point de départ dans la préparation d'un grand nombre d'autres gelées de substitution ayant une constitution analogue; la seule condition qui paraisse indispensable, c'est que le nouveau liquide puisse se mélanger avec l'alcool, c'est-à-dire que ces deux corps soient diffusibles entre eux. On a ainsi préparé des combinaisons d'acide silicique avec l'éther, la benzine et le bisulfure de carbone. De même, en partant de l'éthérogel, on peut obtenir une nouvelle série de gelées siliciques, contenant des fluides solubles dans l'éther, comme par exemple les huiles fixes.

» La préparation du composé de *glycérine* avec l'acide silicique est facilitée par la fixité de cette substance. Quand on plonge de l'acide silicique hydraté dans la glycérine et qu'on le fasse bouillir ensuite dans le même liquide, il passe de l'eau à la distillation sans qu'il y ait aucun changement dans l'apparence de la gelée, si ce n'est que de légèrement opaline qu'elle était, elle devient complétement incolore, et qu'elle cesse d'être visible tant qu'elle est couverte par le liquide. Mais une portion de l'acide silicique se dissout, et il se forme un *glycérosol* en même temps qu'une gelée glycérique. Le glycérogel, préparé au moyen d'un hydrate à 9,35 pour 100 d'acide silicique, fournit par la combustion les nombres suivants :

Glycérine	87,44
Eau	3,78
Acide silicique	8,95
	100,17

» Le glycérogel est un peu moins volumineux que l'hydrogel primitif. Quand on soumet une gelée glycérique à l'action de la chaleur, elle n'entre pas en fusion, mais la totalité de la glycérine distille et une légère décomposition a lieu vers la fin de l'expérience.

» La combinaison avec l'acide sulfurique, le *sulfogel*, est également inté-

ressante à cause de la facilité de sa formation, et de la complète substitution de l'eau contenue dans l'hydrogel primitif. Il n'est pas nécessaire de subdiviser la masse d'acide silicique hydraté, pourvu qu'on la place d'abord dans de l'acide sulfurique étendu de deux ou trois fois son volume d'eau, puis qu'on la traite peu à peu par des acides plus forts, jusqu'à ce qu'enfin on la mette en contact avec l'huile de vitriol concentrée. Le sulfogel est plus pesant que celle-ci, et on peut le distiller avec un excès d'acide pendant des heures, sans qu'il perde sa transparence et son caractère gélatineux. Il est toujours un peu moins volumineux que l'hydrogel correspondant, mais, à l'œil il paraît ne pas perdre plus de $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{6}$ du volume primitif. Ce sulfogel est transparent et incolore. Quand on chauffe fortement un sulfogel en vase ouvert, on observe que la dernière portion de l'acide sulfurique monohydraté en combinaison exige pour leur expulsion une température plus élevée que celle du point d'ébullition de l'acide. Tout l'acide silicique reste alors à l'état d'une masse blanche, opaque, poreuse, semblable à la pierre ponce. Un sulfogel mis en contact avec l'eau se décompose rapidement, en reproduisant l'hydrogel primitif. Il ne paraît pas qu'aucune combinaison permanente d'acide sulfurique et silicique se forme dans ces circonstances. Un sulfogel placé dans de l'alcool donne naissance au bout de quelque temps à un alcogel pur. Des gelées analogues d'acide silicique se forment aisément avec les monohydrates d'acides nitrique, acétique, formique, et sont toutes parfaitement transparentes.

» La production des combinaisons d'acide silicique qu'on vient de décrire indique dans les colloïdes la possession d'un plus vaste champ d'affinités qu'on ne serait porté à le croire. Les colloïdes organiques sont probablement doués de pouvoirs aussi étendus de combinaison ; ce qui peut présenter quelque intérêt au point de vue physiologique. La faculté que possède une masse d'acide silicique gélatineux d'approprier l'alcool et même l'oléine à la place de l'eau de combinaison, sans désintégration et sans changement de forme expliquera peut-être la pénétration de la matière albumineuse des membranes par les corps gras et autres substances insolubles, qui paraît avoir lieu pendant la digestion des aliments. Les composés fluides de l'acide silicique sont plus remarquables encore et plus féconds en idées nouvelles. Le composé alcoolique fluide rend plus probable l'existence d'une combinaison du colloïde albumine avec l'oléine, soluble aussi et capable de circuler dans le sang.

» La faiblesse de l'attraction qui unit deux substances appartenant à des classes physiques différentes, un colloïde et un cristalloïde, est un sujet

digne d'attention. Quand on place une semblable combinaison dans un liquide, la puissance plus grande de diffusion propre au cristalloïde peut le séparer du colloïde. Prenons par exemple l'acide silicique; l'eau de combinaison (un cristalloïde) abandonne l'acide (un colloïde) pour se diffuser dans l'alcool; et si l'on change plusieurs fois l'alcool, la totalité de l'eau se sépare, tandis que l'alcool (autre cristalloïde) se substitue à l'eau de combinaison de l'acide silicique. Le liquide en excès (l'alcool dans le cas actuel) prend possession entière de l'acide silicique. L'expérience se trouve renversée quand on met un alcogel en contact avec un volume considérable d'eau. L'alcool se sépare du composé à cause de l'occasion qu'il rencontre de se diffuser dans l'eau, et l'eau, qui est maintenant le liquide en excès, reste en possession de l'acide silicique. De pareils changements sont des exemples frappants de l'influence prédominante de la masse.

» Même les combinaisons de l'acide silicique avec les alcalis cèdent à la force décomposante de la diffusion. La combinaison d'acide silicique avec 1 ou 2 pour 100 de soude est une solution colloïdale, qui, placée dans un dialyseur au-dessus de l'eau dans le vide, pour évaluer l'acide carbonique, subit une décomposition graduelle. La soude se diffuse lentement à l'état caustique, et donne le précipité ordinaire d'oxyde brun d'argent quand on ajoute le nitrate de cette base à la solution.

» La pectisation de l'acide silicique liquide et de beaucoup d'autres colloïdes s'effectue par le contact de quantités minimes de sels, d'une manière qu'on ne s'explique pas clairement. En revanche, l'acide gélatineux peut de nouveau se liquéfier et recouvrer toute son énergie par le contact avec une assez faible quantité d'alcali. Ce dernier changement est graduel : une partie de soude caustique, dissoute dans 10000 parties d'eau, liquéfie 200 parties d'acide silicique (estimé comme sec) en soixante minutes à 100 degrés centigrades. L'acide stannique gélatineux se liquéfie aussi très-aisément, même à la température ordinaire, sous l'influence d'une petite quantité d'alcali. On peut aussi, après avoir liquéfié le colloïde gélatineux, en séparer de nouveau l'alcali par la diffusion dans l'eau sur le dialyseur. Dans ces circonstances on peut envisager la dissolution de ces colloïdes comme analogue à la dissolution des colloïdes organiques insolubles qu'on observe dans la digestion animale, avec cette différence que dans le cas actuel le dissolvant n'est pas acide, mais alcalin. On peut représenter l'acide silicique liquide comme le « peptone » de l'acide silicique gélatineux; de même on peut désigner la liquéfaction de celui-ci par une trace d'alcali comme la *peptisation* de la gelée. Les gelées pures d'alumine, de peroxyde de fer et d'acide tita-

nique, préparées par la dialyse, se rapprochent davantage de l'albumine, puisqu'elles se peptisent au moyen de quantités minimes d'acide chlorhydrique.

» *Acides stannique et métastannique liquides.* — L'acide stannique liquide se prépare en dialysant le bichlorure d'étain additionné d'alcali, ou en dialysant le stannate de soude auquel on ajoute de l'acide chlorhydrique. Dans les deux cas il se forme d'abord une gelée sur le dialyseur; mais à mesure que les sels se diffusent, la gelée se peptise de nouveau, grâce à la petite quantité d'alcali libre en présence; celui-ci peut à son tour être séparé par une diffusion prolongée, qu'on facilite par quelques gouttes de teinture d'iode. L'acide stannique liquide se convertit par l'action de la chaleur en acide métastannique liquide. Ces deux acides se distinguent par la facilité avec laquelle ils se laissent pectiser par une quantité minime d'acide chlorhydrique aussi bien que par les sels.

» *L'acide stannique liquide* se prépare en dissolvant, sans l'aide de la chaleur, l'acide titanique gélatineux dans une petite quantité d'acide chlorhydrique et en maintenant le liquide pendant plusieurs jours sur le dialyseur. Le liquide ne doit pas contenir plus de 1 pour 100 d'acide titanique, autrement il se gélatinise spontanément, mais il paraît plus stable quand il est étendu. L'acide titanique et les acides stannique et métastannique gélatineux fournissent la même série de composés avec l'alcool, etc., que ceux qu'on obtient avec l'acide silicique.

» *Acide tunstique liquide.* — L'obscurité qui a régné si longtemps sur l'acide tungstique s'est dissipée par l'examen dialytique. C'est, en effet, un colloïde remarquable qu'on ne connaissait jusqu'ici que sous la forme pecteuse. On prépare l'acide tunstique liquide en ajoutant avec précaution à une solution de tungstate de soude à 5 pour 100 une quantité suffisante d'acide chlorhydrique étendu pour neutraliser l'alcali, et en plaçant le liquide qui en résulte sur le dialyseur. Au bout de trois jours environ on a l'acide pur, avec une perte d'environ 20 pour 100, tandis que les sels se sont entièrement séparés par diffusion. Il est remarquable que l'acide *purifié* ne se pectise pas sous l'influence des acides ou des sels, même à la température de l'ébullition. Évaporé à sec, il se présente, comme la gomme ou la gélatine, sous la forme d'écailles vitreuses et transparentes, qui adhèrent quelquefois assez fortement à la surface de la capsule pour en détacher des portions. On peut le chauffer jusqu'à 200 degrés centigrades sans qu'il perde sa solubilité ou qu'il passe à l'état pecteux; mais à une tem-

pérature voisine du rouge, il subit un changement moléculaire en perdant 2,42 pour 100 d'eau. Quand on ajoute de l'eau à l'acide tungstique non altéré, il devient pâteux et adhésif comme la gomme, et il forme avec un quart de son poids un liquide tellement dense, que le verre nage à sa surface. La solution fait effervescence avec le carbonate de soude et donne un sel blanc cristallin. La saveur de l'acide tungstique dissous dans l'eau n'est ni métallique ni acide, mais plutôt amère et astringente. Des solutions tungstiques contenant 5, 20, 50, 66,5 et 79,8 pour 100 d'acide sec possèdent les densités suivantes à 19 degrés : 1,0475, 1,2168, 1,8001, 2,396 et 3,243. La solution étendue d'acide tungstique paraît incolore, mais elle devient verdâtre par la concentration. L'acide silicique liquide n'est plus susceptible de se pectiser après avoir été mélangé à de l'acide tungstique, phénomène qui se relie sans doute à la formation des composés doubles de ces acides décrits dernièrement par M. Marignac.

» L'*acide molybdique* n'a été connu jusqu'ici, de même que l'acide tungstique, que sous la forme insoluble. Le molybdate de soude cristallisé, dissous dans l'eau, se décompose sur le dialyseur par une addition d'un grand excès d'acide chlorhydrique sans qu'il y ait précipitation. Après une diffusion de plusieurs jours, à peu près 60 pour 100 de l'acide molybdique restent à l'état pur. Cette solution est pure, jaune, astringente au goût, acide aux papiers réactifs et fait effervescence avec les carbonates. »

ASTRONOMIE. — *Sur les raies atmosphériques des planètes; par le* **P. Secchi.**

« Rome, 12 juillet 1864.

» L'année passée j'annonçais que dans les planètes, et surtout en Saturne et Jupiter, on découvrait des raies analogues à celles qu'on voit dans le spectre atmosphérique terrestre, d'où je tirai quelques conclusions sur la constitution des atmosphères de ces planètes. On a fait quelques objections à ces conclusions, sur lesquelles je n'entrerai pas en discussion, car la théorie est du domaine universel, et chacun a sa manière de voir. Mais je viens de voir que des observateurs très-distingués ont nié même l'existence dans ces planètes de raies de telle nature (1). J'ai donc jugé qu'il était de mon

---

(1) On lit dans le *Cosmos*, nº du 30 juin 1864, p. 745 : « Les planètes Vénus, Mars, Jupiter, Saturne, furent de même examinées dans le même but; on n'*y découvrit aucune ligne atmosphérique*, quoique l'aspect caractéristique du spectre solaire ait été constaté en chaque cas, et que plusieurs des lignes principales aient toujours coïncidé avec les lignes solaires.

devoir de revenir avec plus de soin sur mes observations, pour voir si quelque faute s'était glissée de ma part.

» Mais avant d'exposer mes nouvelles recherches, je crois qu'il faut établir nettement l'état de la question. Il faut distinguer entre ce qu'on appelle une raie solaire et une bande atmosphérique : les premières sont des lignes qui, dans les instruments de faible force, tels qu'on peut employer dans ces recherches, sont très-fines et très-déliées, surtout dans la partie moins réfrangible du spectre entre les raies D et A. Les bandes atmosphériques sont de véritables faisceaux de raies, mais qui sont tout à fait indécomposables avec les spectromètres en question.

» De plus, il est bien connu, par les beaux travaux de MM. Brewster et Janssen, que les bandes composées de raies atmosphériques se groupent près des raies solaires, B, C, C^b, D, δ, etc., de sorte que l'existence des bandes atmosphériques accompagne certaines raies de préférence, et on peut voir aisément ces différences en regardant à midi deux rayons juxtaposés dans le même spectroscope, mais l'un provenant du zénith, l'autre de l'horizon.

» Cela posé, si réellement dans les planètes existent des raies atmosphériques, on les reconnaîtra en comparant ensemble deux spectres, l'un provenant de la Lune, pour laquelle il est bien constaté qu'il n'y a pas de raies atmosphériques, et l'autre provenant d'une planète. Comme la lumière est solaire dans les deux cas, nous aurons les mêmes raies fondamentales; mais dans la Lune elles seront très-déliées, et dans la planète très-élargies et formées de véritables faisceaux, comme celles que l'on voit à l'horizon terrestre.

» C'est donc cette expérience décisive que je viens de répéter plusieurs fois, et en invoquant même le témoignage d'autres observateurs, ne me fiant pas à moi seulement. En profitant du voisinage de la Lune à Jupiter et à Saturne, il est facile de constater la différence des deux spectres. Dans la Lune, les raies B, C, D en sont très-déliées, pendant que dans les planètes elles sont des véritables bandes. Leur force, leur intensité est si grande, qu'elles ont été aperçues même par des individus qui n'avaient aucune habitude à ce genre d'observation. Sans doute l'instrument ne réussit pas à faire la séparation des raies élémentaires qui composent ces bandes, non plus qu'il ne décompose celles de notre atmosphère, mais le fait seul de leur énorme dilatation suffit pour constater que nous n'avons plus à faire aux *raies*, mais à des *bandes*. Je suis même disposé à croire que les susdits savants ont cru voir des raies où ils voyaient réellement des bandes, car les

raies, de couleur rouge surtout, seraient très-difficiles à voir dans une lumière comparativement aussi faible que celle des planètes.

» Jusqu'à présent, je n'ai pas pu constater si ces bandes planétaires sont toutes de même largeur que celles de notre atmosphère, mais quelques-unes, surtout le C^b, me paraissent plus sombres dans les planètes que chez nous. J'espère pouvoir exécuter un micromètre plus exact que celui que je propose actuellement pour mesurer ces détails avec précision. Mais les petites différences qu'on pourrait trouver ne pourraient mettre en doute la réalité du fait quant à la substance. La Lune à l'horizon tient parfaitement l'aspect de Jupiter au méridien, et ces observations sont si faciles, que, j'espère, elles seront répétées par plusieurs observateurs.

» On pourrait m'objecter la petitesse de l'instrument, mais je rappelle que pour les voir bien il ne faut pas pousser trop le grossissement, et que j'ôte même la lunette au spectroscope de poche de M. Janssen, car avec le trop fort grossissement on ne voit que mal; comme à peu près on perd la vue des bandes équatoriales de Jupiter en employant un très-fort grossissement.

» Avec cette occasion, j'ai constaté de nouveau l'influence des brumes ou *caligines* sur les raies atmosphériques terrestres : hier il faisait une journée voilée et caligineuse, et même les objets terrestres près de midi présentaient les raies atmosphériques, quoique vus à une petite distance, car évidemment ils étaient éclairés par la lumière solaire déjà filtrée à travers notre brumeuse atmosphère. Il m'a paru que ces raies, en général, sont plus faciles à distinguer pendant l'été que l'hiver, et il paraît qu'il y a quelque relation entre l'absorption de ces rayons spectrométriques et ceux de la chaleur dont j'ai entretenu autrefois l'Académie, et pour lesquels j'ai constaté le grand pouvoir absorbant de la vapeur d'eau.

» Je profite de cette occasion pour vous signaler les corrections suivantes dans ma dernière communication du 27 juin : page 1185, ligne 12 en montant, *au lieu de* 1 heure, *lisez* 7 heures.

» Même page, ligne 3 en descendant, après les mots *Comptes rendus*, *ajoutez* tome LVIII, 4 avril 1864, p. 632, ligne 12 et suivantes, dans lesquelles on dit : « Dans des expériences si essentiellement délicates, il faut éviter de se servir, » à son exemple (du P. Secchi), de fils recouverts en gutta-percha, car ce cohibant par ses seules ondulations dégage de l'électricité. » En faisant allusion » à ce passage, j'avais écrit que l'auteur a dit que notre appareil contient un long fil couvert de gutta-percha, qui en s'agitant pourrait fausser les indications. Je n'ai rien à rétracter sur la substance de ce que j'ai dit : seulement

il faut effacer le mot *long*, qui ne se trouve pas dans le texte cité. Du reste, des expériences que j'ai faites dernièrement m'ont assuré que même en employant un fil recouvert de gutta-percha, l'agitation nécessaire pour l'observation seule ne produit pas d'*électricité sensible à mon électromètre*, mais je répète : ce fil n'existe pas. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE MÉTALLURGIQUE. — *Sur la carburation du fer par l'oxyde de carbone.* Note de **M. Fréd. Margueritte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires, MM. Dumas, Peligot, H. Sainte-Claire Deville.)

« L'idée de la carburation par un gaz carburé est due à Clouet, qui pensait que le fer avait une telle affinité pour le carbone, qu'à une très-haute température il l'enlevait même à l'oxygène. Il s'appuyait sur ce qu'ayant chauffé du fer divisé en petits morceaux avec un mélange de carbonate de chaux et d'argile, il avait obtenu de l'acier. Il concluait de là que l'acide carbonique du carbonate de chaux avait été décomposé en cédant au fer son carbone (1).

» Cependant Mushet, répétant l'expérience de Clouet, opéra avec de la chaux privée d'acide carbonique ou simplement avec du sable. Il obtint néanmoins de l'acier, et démontra ainsi que le carbone n'était pas fourni par l'acide carbonique du mélange, mais par les gaz du foyer qui pénétraient à travers les parois des creusets.

» Collet-Descotils et Mackensie prouvèrent que, dans les mêmes circonstances, le fer peut être parfaitement fondu sans que ses propriétés soient sensiblement altérées.

» M. Boussingault, en suivant rigoureusement les indications de M. Clouet, obtint un produit que l'analyse démontra ne pas être de l'acier, mais bien du siliciure de fer.

» Plus tard, M. Leplay donna son ingénieuse théorie du traitement des minerais dans les hauts fourneaux, qu'il résumait ainsi :

« L'oxyde de carbone réduit tous les composés et carbure tous les mé-
» taux qui peuvent être réduits et carburés par cémentation (2). »

---

(1) *Annales de Chimie*, 1re série, t. XXVIII, p. 19.

(2) *Annales de Chimie*, 2e série, t. LXII, p. 29.

» Mais dans des recherches suivies en commun par MM. Laurent et Leplay, l'action de l'oxyde de carbone fut *trouvée absolument nulle*, et leurs expériences eurent pour conclusion que « l'hydrogène carburé est la cause » de l'aciération et l'oxyde de carbone celle de la désoxydation (1). »

» Cette question ne paraît pas avoir jusqu'ici reçu de solution. Le but de cette Note est de mettre en évidence l'action directement carburatrice de l'oxyde de carbone sur le fer.

» Voici comment l'expérience a été faite :

» On s'est attaché d'abord à mettre le fer qu'il s'agissait d'aciérer à l'abri de toute influence étrangère, en le plaçant dans un tube de porcelaine verni à l'extérieur et à l'intérieur. Ces tubes sont absolument impénétrables par les gaz du foyer.

» L'oxyde de carbone employé provenait de la décomposition de l'acide oxalique pur par de l'acide sulfurique également pur. Ce gaz était séparé de l'acide carbonique qui l'accompagne en traversant plusieurs flacons remplis d'une lessive de potasse, à la suite desquels se trouvait une dissolution de baryte qui ne devait pas se troubler.

» L'oxyde de carbone, ne conservant plus trace d'acide carbonique, cheminait à travers des tubes renfermant de la potasse, puis de la pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, d'où il sortait absolument pur et sec pour entrer dans le tube de porcelaine chauffé au rouge vif. Le fer soumis au courant du gaz était en fil fin qui avait été soigneusement décapé.

» Au bout de deux heures de calcination l'aciération était complète et, pendant tout le temps de l'expérience, il s'était dégagé de l'acide carbonique; le fer avait donc décomposé l'oxyde de carbone. En acquérant toutes les propriétés de l'acier, il avait fixé du carbone en augmentant de poids et éliminé de l'oxygène qui avait produit de l'acide carbonique.

» Cependant M. Caron a fait une observation très-importante sur la décomposition de l'oxyde de carbone par le silicium contenu dans le fer. Il a démontré que du siliciure de fer, sur lequel on fait passer un courant d'oxyde de carbone à la température de fusion de la fonte, décompose ce gaz en donnant de la silice qui nage à la surface et en carbone qui se combine avec le fer, en sorte que l'aciération serait elle-même proportionnelle à la quantité de silicium que renferme le fer et serait nulle lorsque le fer est pur.

» J'ai dû faire avec soin l'analyse du silicium contenu dans le fer sur

---

(1) *Annales de Chimie*, 2e série, t. LXV, p. 403.

lequel j'avais opéré. On n'a obtenu sur 10^{gr},29 de fer que 0^{gr},009 de silice, dont le silicium, en décomposant l'oxyde de carbone, n'aurait pu faire déposer que 0^{gr},00356, soit 0^{gr},00035 de carbone, tandis que le dépôt de carbone s'est élevé jusqu'à 0^{gr},0048, à ne considérer que l'augmentation de poids. Cet acier, du reste, a été analysé: 3^{gr},016 ont été chauffés pendant quatre heures dans un courant d'hydrogène humide; ils ont perdu 0^{gr},014, et après un nouveau traitement de quatre heures et demie, 0^{gr},0015, soit pour huit heures et demie une perte totale de 0^{gr},016 qui représente 0^{gr},0053 de carbone au lieu de 0^{gr},0048 accusés par l'augmentation de poids.

» Il résulte de ces nombres que l'influence du silicium sur la cémentation par l'oxyde de carbone, quoique très-réelle, n'a eu dans l'échantillon de fer traité qu'une part presque insignifiante. Il faut donc admettre une réaction directe entre l'oxyde de carbone et le fer.

» Au reste, pour dissiper tous les doutes à cet égard, on a opéré sur du fer *pur* préparé d'après les indications de M. Peligot, au moyen de l'oxalate de fer chauffé dans un courant d'hydrogène. On a calciné pendant environ trois heures, en présence de l'oxyde de carbone, 1^{gr},318 de ce fer qui se sont augmentés de 0^{gr},0035, soit de 0^{gr},00265, et il s'est constamment dégagé de l'acide carbonique. En admettant, ce qui n'est pas, que ce fer renfermât du silicium ou des métaux étrangers, les deux faits simultanés de la carburation et de la production de l'acide carbonique seraient impossibles, puisque ces métaux fixeraient de l'oxygène au lieu d'en éliminer, et il faudrait, pour expliquer le dépôt relativement considérable de carbone (0^{gr},00265), les supposer en quantités telles, qu'ils ne pourraient échapper à l'analyse.

» D'après ces résultats, la cémentation du fer par l'oxyde de carbone ne paraît pas douteuse, et les conditions dans lesquelles elle a été faite m'ont permis de rechercher si l'azote est indispensable à la production de l'acier.

» J'ai fait passer pendant fort longtemps, à une température convenable, de l'hydrogène sur du fer réduit en lames excessivement minces, pour le débarrasser, ainsi que l'a indiqué M. Fremy, de l'azote qu'il pouvait contenir.

» Ce fer, après ce long traitement, a été chauffé pendant trois heures au sein de l'oxyde de carbone : il s'est dégagé de l'acide carbonique et le fer a été converti en acier. Comme j'avais opéré à l'abri de l'azote extérieur et que l'oxyde de carbone employé n'en pouvait apporter, je crois qu'on peut conclure de cette cémentation, aussi bien que de celle par le

diamant que j'ai indiquée dernièrement, que l'azote n'est pas indispensable à la production ni à la constitution de l'acier.

» Dans une prochaine communication, je tirerai les conséquences de mes expériences et j'entrerai dans quelques considérations sur la théorie de l'aciération. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *De la reproduction de l'anatase, de la brookite et du rutile.* Note de **M. P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires, MM. Daubrée, H. Sainte-Claire Deville.)

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans sa séance du 20 juillet 1863, l'exposé d'une méthode de cristallisation par la voie sèche, qui m'a permis de reproduire le rutile et la brookite.

» La méthode consiste, en principe, à dissoudre dans un fluorure alcalin ou dans le fluorure de calcium l'acide titanique seul ou mélangé à de la silice, et à soumettre la dissolution à l'action d'un courant de gaz acide chlorhydrique.

» J'ai pensé que la méthode décrite pouvait être perfectionnée en faisant réagir la vapeur d'eau directement sur le fluorure de titane gazeux dans une atmosphère réductrice ou oxydante. Les expériences faites dans cette direction m'ont permis d'établir et d'étudier la trimorphie de l'acide titanique par la reproduction du rutile, de la brookite et de l'anatase.

» Je vais indiquer dans cette Note les propriétés et le mode de préparation de ces trois espèces.

» *Anatase.* — Le fluorure de titane est conduit par un tube adducteur en platine jusque vers le milieu de la longueur d'un second tube en platine dans lequel on fait arriver un gaz humide. Le tube est chauffé dans le point où se fait le mélange du fluorure avec la vapeur d'eau à une température un peu inférieure à celle de la volatilisation du cadmium. L'acide titanique formé à cette température dans une atmosphère d'acide fluorhydrique se présente en cristaux déterminables remarquables par leur éclat.

» La forme dominante de ces cristaux est l'octaèdre b' de l'anatase naturelle; quelques cristaux sont terminés par la base p de la forme primitive, et se présentent sous l'aspect de tables à bases carrées.

» L'incidence de b' sur b' est aux arêtes culminantes de 97°40', et à l'endroit des arêtes horizontales de 136°30', comme pour le titane anatase naturel.

» La densité des cristaux artificiels oscille comme pour l'espèce naturelle entre 3,7 et 3,9.

» Les colorations de l'anatase artificielle sont variées : le fluorure de titane en réagissant sur l'air humide produit au rouge sombre de l'anatase incolore, tandis que l'hydrogène légèrement humide donne des cristaux d'un bleu violet, et l'hydrogène saturé de vapeur d'eau, à la température de 50 degrés, des cristaux d'un beau bleu indigo.

» La nuance violette des cristaux d'anatase est due à une petite quantité d'un composé fluoré rouge-pourpre, soluble dans l'eau à l'état de pureté, et qu'on obtient avec une grande facilité en faisant passer de l'hydrogène mélangé à de l'acide chlorhydrique sur du fluotitanate de potasse chauffé dans un appareil en platine (1). Le dosage direct du fluor démontre que ce composé est le sesquifluorure de titane. Le fluorure titanique gazeux peut, dans l'appareil qui sert à la reproduction de l'anatase, passer en partie à l'état de sesquifluorure dans des points assez voisins de ceux où le mélange avec l'hydrogène légèrement humide s'effectue. Ce produit de réduction nécessairement impur est violet, amorphe, insoluble dans l'eau, et donne lorsqu'on le chauffe à l'air des vapeurs abondantes de fluorure titanique; c'est lui qui, par son mélange avec l'oxyde bleu de titane, colore mes cristaux en bleu violet.

» *Brookite.* — De nombreuses expériences m'ont permis de constater que l'acide titanique prend en présence de l'acide fluorhydrique la forme du titane brookite, lorsque la température à laquelle il se forme est comprise entre celle de la volatilisation du cadmium et celle de la volatilisation du zinc.

» Les cristaux obtenus dans ces limites de température sont des prismes rhombiques identiques pour la forme avec ceux de la brookite naturelle. C'est ce qui résulte de la comparaison suivante entre les angles donnés par les auteurs et ceux que j'ai mesurés :

	Dana.	Delafosse.	Trouvé.
$\frac{M}{M}$ =.........	100°	99°50′	99°45′ à 99°54′
$\frac{M}{e}$ =.........	134	»	134

(1) L'addition d'acide chlorhydrique à l'hydrogène a pour but la transformation en chlorure du fluorure alcalin qui forme avec le sesquifluorure de titane une combinaison incolore

» Le pointement octaédrique complet ne se rencontre que sur des prismes courts dont les dimensions paraissent être celles que les minéralogistes assignent à la forme primitive.

» La densité des cristaux est comprise entre 4,1 et 4,2.

» La brookite artificielle par sa couleur gris d'acier rappelle la brookite de l'Arkansas, et par la prédominance des faces prismatiques la brookite des monts Ourals.

» *Rutile.* — Enfin le fluorure de titane et la vapeur d'eau mélangés au rouge vif donnent des prismes à base carrée terminés par un pointement octaédrique. La densité de ce rutile aciculaire est 4,3.

» Ces trois reproductions minérales établissent que l'acide titanique se présente comme le soufre, et comme les acides arsénieux et antimonieux, sous des formes cristallines incompatibles, qu'on peut obtenir à volonté en variant la température à laquelle s'effectue la cristallisation.

» Dans mes expériences, l'acide fluorhydrique joue le même rôle que l'acide chlorhydrique dans les belles reproductions réalisées par M. H. Sainte-Claire Deville; c'est un agent minéralisateur, un dissolvant éphémère de l'acide titanique.

» L'acide chlorhydrique, ordinairement si puissant pour faire cristalliser les oxydes, ne jouissant de toute son énergie qu'à une température très-élevée, est un agent minéralisateur qui ne donne que du rutile. En effet, l'acide titanique amorphe cristallise sous la forme du rutile, lorsqu'on le chauffe au rouge vif dans l'acide chlorhydrique. L'acide titanique formé par le mélange du chlorure de titane et de la vapeur d'eau ne cristallise dans un courant de gaz oxydant qu'à une température très-élevée et encore sous la forme du rutile. Cette dernière expérience mérite d'être décrite avec détail.

» J'ai fait arriver dans un tube de terre chauffé au rouge vif deux courants, l'un de chlorure de titane mélangé à de l'acide chlorhydrique, l'autre d'air humide. Le mélange des gaz s'effectuait en un point du tube où la température n'a pas dépassé le rouge simple pendant toute la durée de l'expérience. L'acide titanique n'a cristallisé que sur les parois chauffées au rouge vif, la zone du tube où les gaz se mélangeaient ne présente pas un seul cristal. La même expérience faite en présence d'une petite quantité

---

et peu stable. Cette réduction du fluorure titanique s'effectue complétement à la température de fusion du chlorure de potassium; le fluorure uranique subit dans les mêmes circonstances une réduction sur laquelle je reviendrai.

d'acide fluorhydrique a donné une grande quantité de cristaux de brookite dans la zone comprise entre le rouge vif et le rouge sombre.

» J'achève en ce moment au laboratoire de l'École Normale des expériences qui mettent en évidence le rôle que l'acide chlorhydrique joue dans la cristallisation des silicates et en particulier des silico-titanates ou sphènes : dès que les nombreux produits obtenus seront analysés, je ferai connaître à l'Académie les procédés qui permettent la reproduction des sphènes et de quelques autres substances minérales qui se produisent accidentellement avec ces silicates. »

CHIMIE. — *Sur la production du phosphate ammoniaco-magnésien.* Note de **M. E. Lesieur**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires, MM. Balard, H. Sainte-Claire Deville.)

« J'ai l'honneur de soumettre à l'examen de l'Académie le résultat de quelques recherches que j'ai faites sur les moyens de préparation du phosphate ammoniaco-magnésien.

» Ce composé peut être produit par deux réactions nouvelles, qui m'ont semblé présenter un certain intérêt.

» 1 équivalent de phosphate acide d'ammoniaque et 2 équivalents de magnésie, mis à froid en présence, s'unissent directement et produisent ainsi le phosphate ammoniaco-magnésien

$$\mathrm{PhO^5, AzH^3, HO + 2MgO = PhO^5, 2MgO, AzH^3, HO.}$$

» En substituant le carbonate de magnésie à la magnésie on obtient le même produit, l'acide carbonique se dégage :

$$\mathrm{PhO^5, AzH^3, HO + 2(CO^2MgO) = PhO^5, 2MgO, AzH^3, HO + 2CO^2.}$$

» Par une réaction analogue, le phosphate bibasique de magnésie fixe l'ammoniaque, comme le phosphate acide d'ammoniaque fixe la magnésie ; c'est ainsi que, mis à froid en présence de l'ammoniaque libre, carbonatée ou à l'état de sulfhydrate, il donne naissance au phosphate ammoniaco-magnésien. Dans le cas de l'emploi du carbonate et du sulfhydrate d'ammoniaque, l'acide carbonique et l'acide sulfhydrique sont éliminés :

$$\mathrm{PhO^5, 2MgO + AzH^3 + Aq = PhO^5, 2MgO, AzH^3, HO,}$$
$$\mathrm{PhO^5, 2MgO + CO^2, AzH^3HO = PhO^5, 2MgO, AzH^3, HO + CO^2,}$$
$$\mathrm{PhO^5, 2MgO + HS, AzH^3 + Aq = PhO^5, 2MgO, AzH^3, HO + HS.}$$

» Quand on sature le biphosphate de chaux par de la magnésie, de façon que la liqueur devienne très-légèrement alcaline, on obtient un précipité mixte de phosphate de chaux et de phosphate bibasique de magnésie, qui fixe l'ammoniaque proportionnellement à la quantité du dernier corps qu'il contient et produit ainsi du phosphate ammoniaco-magnésien.

» Ces réactions très-simples pourront peut-être être utilisées pour la production industrielle du phosphate ammoniaco-magnésien, qui est resté jusqu'à présent à l'état de *desideratum* en agriculture, malgré son efficacité depuis longtemps signalée. »

ZOOLOGIE. — *Mémoire sur les Antipathaires, genre* Antipathes (Pol.). Note de **M. Lacaze-Duthiers**, présentée par M. de Quatrefages. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Quatrefages, Blanchard.)

« Ellis et Solander, plus tard M. Dana, ont fait connaître la forme extérieure des Polypes de trois espèces d'ANTIPATHAIRES vrais; mais ni les uns ni les autres n'ont étudié la structure et l'anatomie de ces animaux.

» Les *Antipathes* proprement dits sont bien plus rares sur les côtes de l'Algérie que la *Gerardia;* malgré les recommandations les plus pressantes, je n'ai pu me procurer pendant près de trois ans que quelques échantillons en bon état. Cela m'a suffi cependant pour prendre une idée de leur anatomie et pour pouvoir montrer quelles différences capitales existent entre eux et la *Gerardia*.

» Deux espèces ont servi aux études objet de ce Mémoire. Ce sont l'*Antipathes subpinnata* et l'*Antipathes larix* (Esper, Lamarck). Ces animaux sont de tous les coralliaires les plus difficiles à étudier, et sans doute cela doit expliquer le peu de notions précises que nous possédons sur eux. Ils vivent à de très-grandes profondeurs et ne sont rapportés que par les corailleurs qui seuls pêchent sur les rochers. Ils sont formés d'un tissu tellement délicat, que la plus courte exposition à l'air suffit pour les dessécher et les faire pour ainsi dire disparaître; et comme ce n'est qu'avec beaucoup de peine qu'on obtient des pêcheurs de les conserver dans l'eau pendant leur travail à la mer, le naturaliste éprouve de grandes difficultés pour se livrer à des recherches sérieuses.

» Dans les deux espèces que j'ai pu observer vivantes, les Polypes sont régulièrement disposés en ligne sur un seul côté, le côté supérieur des ramuscules, celui qui est opposé au point d'attache du Polypier sur le sol.

» Chaque animal a, ainsi que Ellis, Solander et Dana l'avaient vu, six tentacules disposés en rosette autour de la bouche. Ces tentacules n'ont pas paru s'allonger beaucoup, et le plus souvent ils représentaient simplement six gros tubercules; peut-être, dans les conditions normales au fond de la mer, l'allongement est-il plus considérable. Quant au corps, il ne se redresse pas en un tube saillant au-dessus du sarcosome, et ne forme qu'un gros mamelon, bien différent en cela de celui de la *Gerardia*.

» Le diamètre de la rosette du plus grand Polype ne dépasse pas un millimètre dans l'*Antipathes subpinnata;* il est plus grand que dans l'*Antipathes larix*, et si l'on en juge par les observations qu'on peut faire dans la collection du Muséum de Paris, il doit exister de grandes différences relativement à la taille des Polypes dans les différentes espèces; comme cela s'observe par exemple dans l'*Antipathes scoparia* (Lamarck), et le *Leiopathes glaberrima* (G.), ancien *Antipathes glaberrima* (Esper). Quand les tentacules sont contractés, le Polype ne forme plus qu'un gros mamelon sur lequel on ne distingue plus leurs traces. Cependant dans beaucoup d'échantillons desséchés on voit six tubercules autour de la bouche qui forme le septième.

» La cavité générale du corps offre dans l'*Antipathes subpinnata* une disposition très-remarquable et sans analogue dans les coralliaires connus. En regardant le péristome de face, on voit rayonnant autour de la bouche six lignes qui correspondent évidemment aux cloisons périphériques que l'on connaît dans tous ces animaux; mais quatre de ces lignes s'effacent non loin de la bouche au milieu des tissus. Deux plus volumineuses et opposées l'une à l'autre portent seules les cordons pelotonnés; ces deux lames sont ordinairement dans le plan passant par l'axe de la partie du Polypier qui porte l'animal auquel elles appartiennent.

» Cette disposition est fort remarquable. Quand on étudie le développement des ACTINIENS, on voit que la formation des loges périphériques de la cavité générale du corps commence par la production de deux cloisons, qui, conservant toujours l'avance qu'elles ont sur les autres, paraissent constamment plus développées, et correspondent aux angles des commissures de la bouche. Dans les *Antipathes* (je parle de ceux que j'ai étudiés), ces deux premières cloisons semblent seules arriver à un entier développement; les autres sont à peine accusées par les lignes dont il a été question.

» On trouve du reste ici, comme dans les autres coralliaires, un œsophage qui part de la bouche et sur lequel s'attachent les bords internes de ces deux cloisons. Il faut d'ailleurs observer que le bourrelet pelotonné, relati-

vement très-gros, très-long, semble mesurer toute l'étendue du bord libre de la cloison.

Le tissu des parois du corps est d'une délicatesse extrême. Il est formé de deux ordres de cellules, au milieu desquelles on ne voit pas, comme dans la *Gerardia*, deux couches distinctes. Ces cellules sont les unes transparentes et gonflées de liquide, les autres opaques et remplies de granulations. Ces dernières, en éclatant et mêlant leur contenu à l'eau, donnent naissance à une mucosité filante fort embarrassante pour les préparations. En dedans comme en dehors, ce tissu cellulaire est couvert de cils vibratiles très-vifs.

» Les nématocystes sont ovoïdes et volumineux, leur fil est court et ses tours de spire ne paraissent que vaguement au travers de la capsule. Ils sont plus gros dans les cordons pelotonnés et là disposés régulièrement presque à côté les uns des autres. Dans les téguments ils sont groupés en paquets comme dans la *Gerardia*.

L'*Antipathes larix* que j'ai eu à ma disposition avait ses replis bourrés de corpuscules, qui par leur transparence et leur teinte ressemblaient aux capsules testiculaires de la *Gerardia* ; s'il n'était téméraire de conclure d'après des observations faites sur des objets dont l'état laissait à désirer, je dirais que les sexes sont séparés et portés non-seulement par des Polypes, mais encore par des zoanthodèmes distincts. Mais je ne puis généraliser et affirmer qu'il en est toujours ainsi.

Le Polypier des *Antipathes* vrais est hérissé de toutes parts de spinules ; cela n'a point échappé aux auteurs, mais quelques-uns d'entre eux les ont à tort considérés comme des rameaux avortés. La disposition de ces épines peut fournir d'utiles caractères pour la spécification, comme je le montrerai en présentant une révision du groupe des ANTIPATHAIRES.

Le sarcosome recouvre partout le Polypier qui semble être enfermé dans une sorte de gaîne distincte. Quand il se contracte, son tissu est traversé par les spinules comme cela a lieu pour les spinules des Gorgones.

» L'accroissement du Polypier se fait par le dépôt de couches qui se superposent sur les tiges et qui aux extrémités s'emboîtent comme des doigts de gants rentrés les uns dans les autres. Le milieu de l'axe paraît creusé d'un canal ; mais ce n'est là qu'une apparence due, sur les échantillons frais, à la densité moindre de la substance surajoutée aux extrémités devenue interne par le recouvrement des couches et sur les échantillons desséchés au retrait de cette même substance.

» En se reportant au travail précédent sur la *Gerardia*, on voit qu'il existe entre ce genre et les *Antipathes* proprement dits de grandes différences. Dans la première le Polypier est lisse et couvert de très-petites élévations ombiliquées à peine sensibles; dans le second il est couvert de spinules; les tentacules, au nombre constant de vingt-quatre dans l'un, correspondent à autant de loges séparées par un nombre égal de lames à cordons pelotonnés; dans les autres deux de ces cordons se développent seuls, les tentacules ne dépassent jamais le nombre six. Dans la *Gerardia* le type ACTINIEN est aussi développé et caractérisé que possible; dans l'*Antipathes* il reste incomplet par une sorte d'arrêt de développement.

» Dans un prochain travail je me propose de revoir l'ensemble des êtres formant le groupe des ANTIPATHAIRES, et je montrerai, en prenant pour point de départ et pour base les deux êtres que je viens de faire connaître, combien les difficultés et les causes d'erreurs qui s'offrent au naturaliste sont grandes et nombreuses quand il n'étudie que les dépouilles desséchées de ces animaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau moyen de détruire les matières organiques et d'en isoler la partie minérale.* Note de **M. E. MILLON**, présentée par M. Fremy.

(Commissaires, MM. Pelouze, Balard, Fremy.)

« On divise la matière végétale ou animale en fragments assez petits pour que ceux-ci soient introduits sans peine dans une cornue de verre tubulée où l'on a fait entrer de l'acide sulfurique pur et concentré. L'acide ne remplit que le tiers environ de la cornue, et son poids est au moins quadruple du poids de la matière brute non desséchée. On chauffe doucement jusqu'à désagrégation ou dissolution de la matière dans l'acide sulfurique, puis on fait tomber par la tubulure de la cornue, à l'aide d'un entonnoir allongé, de l'acide nitrique que l'on ajoute peu à peu, et l'on élève encore la température de la cornue.

» Ce premier temps de l'opération a pour objet de détruire les chlorures incorporés à la matière organique; il dure une demi-heure environ; alors on retire le mélange de la cornue et on le verse dans une capsule de platine, que l'on chauffe de plus en plus jusqu'à ce qu'on arrive à une évaporation rapide de la liqueur sulfurique, laquelle a bientôt perdu son premier aspect noirâtre et prend une teinte variable du jaune orangé au rouge.

» A chaque addition d'acide nitrique, il se fait une décoloration sen-

sible; mais, par l'action de la chaleur, la liqueur sulfurique reprend très-vite une teinte plus foncée. Les additions d'acide nitrique sont continuées aussi longtemps que le liquide se colore, et l'on obtient finalement, la matière organique étant complétement détruite ou expulsée, une simple dissolution des substances minérales, normales et autres, dans un excès d'acide sulfurique, que l'on achève de chasser par la chaleur.

» Le résidu, purement salin, est blanc, tout à fait exempt de charbon, et son analyse est ramenée aux conditions les plus simples de l'analyse minérale.

» En ménageant l'action du feu, à la fin de l'opération, l'arsenic et le mercure se retrouvent intégralement, dans le résidu, aussi bien que les autres métaux.

» A la rigueur, une cornue de verre peut suffire à l'évaporation, et, dans ce cas, il est facile de condenser dans un ballon les produits de la réaction et d'éviter de les répandre dans l'air. Toutefois, la destruction organique se mène plus vivement et surtout s'achève mieux dans une capsule de platine.

» Les carbonates, chlorures, bromures et iodures, ainsi que les sels à acide organique, contenus dans la matière à détruire, sont remplacés dans le résidu par des sulfates. »

PHILOSOPHIE CHIMIQUE. — *Théorie générale de l'exercice de l'affinité; par* **M. E.-J. MAUMENÉ**. Deuxième Mémoire, présenté par M. Pasteur. (Extrait par l'auteur.)

« La théorie des types chimiques repose sur deux idées essentielles :

» 1° L'idée du type chimique;

» 2° Le principe des substitutions.

» L'idée du type n'a de valeur que si le type se conserve après une substitution. Le principe des substitutions n'a de sens que si la substitution a lieu sans détruire le type.

» Les deux idées n'en font qu'une. Cette idée me paraît complétement fausse. Ma théorie permet de le démontrer.

» Je présenterai d'abord quelques observations générales très-brèves. Longtemps avant l'introduction du mot de *substitution* dans la science, on connaissait dans la Chimie minérale des faits nombreux, absolument identiques à ceux qui ont paru nouveaux, bien à tort, dans la Chimie organique. Le chlore, en agissant sur l'hydrogène sulfuré, produit les mêmes effets géné-

raux qu'on a cru devoir désigner par un mot nouveau, par le mot de *substitution*. Il produit de l'acide chlorhydrique en enlevant l'hydrogène, équivalent à équivalent, et forme du protochlorure de soufre. Mais personne n'avait cru, avec raison, pouvoir regarder ce chlorure comme de l'hydrogène sulfuré, dans lequel du chlore remplace de l'hydrogène en conservant les propriétés chimiques fondamentales du type. M. Dumas, après de belles études sur l'action du chlore et de plusieurs composés organiques, action qui donne, à la suite du remplacement de l'hydrogène par le chlore, des produits dont la différence avec le composé primitif est bien moins grande que celle du chlorure de soufre avec l'hydrogène sulfuré, crut pouvoir établir le principe nouveau du type et des substitutions.

» Mais dans quelles limites peuvent avoir lieu les substitutions? Dans quelles conditions le type est-il détruit ou conservé? Aucune définition précise ne nous l'a fait connaître.

» Je trouve contre ces idées deux objections qui me paraissent décisives.

» I. La première, c'est que la théorie des types n'explique aucun fait, aucune action chimique complète, même parmi celles où son principe fondamental de substitution paraît devoir être seul en jeu.

» Le premier Mémoire de M. Dumas sur les types chimiques est relatif à la formation de l'acide trichloracétique. Le fait considérable aux yeux de l'illustre auteur, et qu'il s'attache à faire ressortir, est la production d'un acide chloré par la substitution de 3 équivalents de chlore à la place de 3 équivalents d'hydrogène dans l'acide acétique, dont le type serait conservé, car l'acide chloré aurait les mêmes propriétés chimiques fondamentales que l'acide hydrogéné.

» Si les matières qui accompagnent l'acide chloracétique avaient peu d'importance, si l'on pouvait croire qu'elles résultent d'une action du chlore étrangère à celle qui produit l'acide chloracétique lui-même, il serait peut-être permis de n'y attacher aucune attention; mais ces produits ont un poids considérable. Un seul d'entre eux, l'acide oxalique, se montre, d'après M. Dumas, « en grande quantité. » Je montrerai dans un instant que très-probablement le poids des autres produits est égal aux $\frac{2}{3}$ du poids de l'acide chloracétique : ce ne sont pas des accidents, des impuretés, ce sont des produits essentiels.

» Or, la théorie des types et des substitutions ne donne aucune espèce d'indication sur la formation de ces produits essentiels. La formule

$$C^4H^4O^4 + 6Cl = C^4HCl^3O^4 + 3HCl$$

est au moins incomplète. Elle exprime un détail de la réaction et non la réaction vraie, entière du chlore sur l'acide acétique.

» Ma théorie permet, à l'aide d'une hypothèse très-simple, d'établir la formule suivante

$$21Cl + 4C^4H^4O^4 = 2C^4HCl^3O^4 + C^2HO^4 + C^2HCl^3 + 4CO + 12HCl,$$

pour exprimer l'action réelle directe et entière du chlore sur l'acide acétique. En examinant les actions secondaires, on explique avec la plus grande vraisemblance tous les faits observés par M. Dumas.

» II. La deuxième objection, c'est que les rapprochements établis entre certains corps par la théorie des types ne sont pas fondés.

» Ce qui a surtout contribué à faire admettre la théorie des types c'est, par exemple, le parallélisme établi entre deux alcools qui, traités de la même manière, donneraient toujours des produits correspondants. L'alcool de vin traité par la potasse donnant de l'acide acétique, l'alcool de bois traité par la même potasse donnerait de l'acide formique.

» Or ce principe est faux, et c'est dans les expériences mêmes de M. Dumas que j'en trouve la preuve.

» L'esprit de bois donne de l'acide formique avec la chaux potassée, mais avec la potasse pure il ne donne que de l'acide oxalique, accident capital, dont M. Dumas n'a pas manqué d'être frappé, car il l'attribue à « une réac-» tion compliquée. »

» Ma théorie montre qu'il n'y a aucune complication et que les choses se passent ainsi parce que le parallélisme n'existe réellement pas jusque dans les causes.

» Je suis forcé d'abréger ici; mais on verra dans le Mémoire que les actions de la potasse sur l'alcool et sur l'esprit de bois sont exprimées par les formules suivantes :

$$2KO.HO + C^4H^6O^2 = KO.C^4H^3O^3 + KO.HO + 4H,$$
$$14KO.HO + 10C^2H^4O^2 = 10KO.C^2O^3 + 4KO.HO + 50H,$$

ce qui s'accorde parfaitement avec les expériences de M. Dumas, et prouve clairement, sans aucune hypothèse, que les deux alcools ne se comportent pas de même avec la potasse.

» Lorsqu'on emploie le mélange de chaux potassée, les formules sont

$$5(KO.HO + 2CaO) + 2C^4H^6O^2 = 4KO.C^4H^3O^3 + KO.HO + 10CaO + 16H,$$
$$10(KO.HO + 2CaO) + 11C^2H^4O^2 = 10KO.C^2HO^3 + \quad + 20CaO + 44H + 2CO.$$

» Cette dernière circonstance, la formation de l'oxyde de carbone, est

indiquée avec une précision remarquable par ma théorie. Elle est parfaitement d'accord avec l'expérience de M. Dumas; mais l'illustre auteur, privé alors du guide que j'offre aujourd'hui aux chimistes, avait fait seulement remarquer la présence d'un gaz hydrogène carboné ou oxyde de carbone « qu'on rencontre presque toujours dans les réactions de cette » nature. »

CHIMIE. — *Sur un nouvel hydrocarbure du goudron de houille;* *par* **M. A. NAQUET.**

« Je ne me proposais point de faire aujourd'hui cette communication encore très-incomplète, mais je m'y vois obligé par celle qu'a faite tout récemment M. Béchamp, et dont je prends connaissance à l'instant même.

» Ayant distillé de grandes quantités d'huile de houille, j'ai réussi à en extraire 2 litres environ d'un hydrocarbure limpide, volatil entre 139°,5 et 140°,5. Je possède de plus dans mon laboratoire 6 ou 7 litres de produits supérieurs, qui, par un petit nombre de rectifications, se résoudront dans le produit indiqué.

» Plus avancé dans mes recherches que M. Béchamp, j'ai commencé l'étude de cet hydrocarbure, et je puis, dès aujourd'hui, publier les premiers résultats que j'ai obtenus.

» L'analyse de ce corps m'a donné les nombres suivants :

		C^9H^{12}	C^8H^{10}
C	90,25	90	90,56
H	10,02	10	9,44

» Ces nombres, comme on le voit, se rapprochent presque autant de la formule C^8H^{10} que de la formule C^9H^{12}. Toutefois, l'analyse indiquerait relativement à la première de ces formules un excès assez considérable d'hydrogène.

» Pour trancher la question, j'ai pris la densité de vapeur du produit. Deux déterminations m'ont donné pour cette densité, l'une le nombre 3,98, l'autre le nombre 4,02.

» La densité théorique du composé C^9H^{12} est 4,14, et celle du composé C^8H^{10} est 3,66.

» Il me paraît donc sûrement établi que le nouvel hydrocarbure qui fait l'objet de cette communication répond à la formule C^9H^{12}.

» Le cumène, dont la plupart des auteurs admettent l'existence dans le goudron de houille, bouillant à 151 degrés, j'ai cherché à isoler cet hydro-

carbure des produits qui bouillent au-dessus de 141 degrés; à ma grande surprise, ces produits n'en renfermaient pas de traces. J'ai pensé alors à étudier comparativement l'hydrocarbure nouveau et le cumène de l'acide cuminique. J'ai commencé cette étude sur le nouvel hydrocarbure.

» La première question qui se présentait était celle-ci : le nouvel hydrocarbure donne-t-il naissance à un alcaloïde cristallisé ?

» J'en ai transformé 50 grammes environ en produit nitré, que j'ai soumis à l'action d'une solution alcoolique de sulfure d'ammonium. Beaucoup de soufre s'est déposé. J'ai ensuite distillé l'alcool au bain-marie. Or, bien que mon préparateur, à qui j'avais confié la fin de l'opération, ait perdu le produit et que l'expérience n'ait point encore été reprise, je crois pouvoir affirmer que l'alcaloïde qui se forme est cristallisé. Il s'est, en effet, déposé de jolies aiguilles cristallines dans l'alcool séparé par distillation du produit principal.

» J'ai fait ensuite agir le chlore sur 1 litre environ de cet hydrocarbure : j'espérais de la sorte obtenir des produits de substitution et pouvoir, en soumettant le produit brut à l'action de la potasse alcoolique, obtenir l'acide $C^9H^{10}O^2$. On se souvient, en effet, que j'ai fait voir qu'un tel résultat s'obtient à l'aide du toluène, lequel fournit facilement de l'acide benzoïque.

» Or, bien que la quantité de chlore que contient le produit brut soit supérieure à celle que contiendrait le dérivé trichloré, l'action de la solution alcoolique de potasse sur ce corps ne m'a pas donné la plus petite quantité d'un acide quelconque.

» Toutefois, la potasse alcoolique a réagi très-vivement à froid sur le composé chloré, et il s'est déposé beaucoup de chlorure de potassium. En soumettant à la distillation fractionnée le produit de la réaction, j'ai obtenu un liquide impur, passant vers 140-150 degrés, et qui, quoique renfermant encore du chlore, paraît être, soit une portion de l'hydrocarbure primitif qui avait échappé à l'action du chlore, soit une certaine quantité de l'hydrocarbure régénéré, soit un hydrocarbure nouveau; de plus, il a passé un produit chloré entre 185 et 195 degrés, un autre entre 222-226 degrés, et enfin il reste au-dessus de cette température des liquides qui ne distillent plus.

» Les corps précédents ne présentent point, jusqu'ici, un degré de pureté suffisant, et les analyses nombreuses que j'ai faites des diverses portions ne me donnent encore aucune indication précise sur leur nature.

» Je suis toutefois porté à croire que le chlore a agi sur mon hydrocarbure, d'abord par voie d'addition comme cela a lieu avec la benzine; et

comme il est possible que la potasse alcoolique ait encore compliqué les résultats, je me propose, pour élucider la question, d'obtenir le produit de substitution perchloré : je pourrai, de cette manière, savoir s'il s'est ajouté du chlore et combien il s'en est ajouté. J'attacherais une grande importance à cette expérience si je parvenais à démontrer que le cumène vrai se comporte d'une tout autre manière avec le chlore.

» Je me propose aussi de préparer une grande quantité de l'alcaloïde et de le soumettre à l'action de l'acide azoteux, afin de préparer par ce moyen, soit l'alcool $G^9H^{12}O$, soit un isomère de cet alcool.

» Enfin, j'ai l'intention de répéter toutes mes expériences : 1° avec le cumène de l'acide cuminique ; 2° avec le mésitylène dérivé de l'acétone qui a la même formule.

» Bien que je n'aie entrepris que récemment l'étude de cet hydrocarbure, je l'avais obtenu il y a deux ans environ, lorsque je travaillais à Paris dans le laboratoire de M. Wurtz.

» Je pense que cette communication me donnera le droit de continuer l'étude du corps dont j'ai commencé l'histoire, et particulièrement d'exécuter ou d'achever les diverses expériences que je viens d'indiquer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Du pouvoir rotatoire de la quinine; par* MM. DE VRY *et* ALLUARD.

(Commissaires, MM. Regnault, Bernard.)

« L'un de nous ayant trouvé dans ses recherches multipliées sur les quinquinas de l'Amérique et des Indes orientales, cultivés dans ces dernières localités par les Hollandais à l'île de Java, et par les Anglais dans les Neilgherries, présidence de Madras, que le pouvoir rotatoire de la quinine, déterminé en 1843 par M. Bouchardat, ne suffit plus à nos connaissances actuelles, nous avons entrepris de la déterminer de nouveau en nous servant de l'appareil connu de M. Biot, construit par M. Duboscq, et qui appartient au laboratoire de chimie de la Faculté des Sciences de Clermont.

» 1° *Pouvoir rotatoire du sulfate de quinine cristallisé.* — Le sulfate qui nous a servi à cette détermination est celui qu'on connaît dans le commerce sous le nom des *trois cachets.* Nous l'avons dissous dans l'acide sulfurique dilué, et en observant dans un tube de 150 millimètres cette dissolution qui, sous le volume de 41 centimètres cubes à 25 degrés, renfermait 4 grammes de sulfate de quinine, nous avons trouvé pour la déviation de la teinte de

passage

$$\alpha = -32^\circ \nwarrow.$$

» Dans ces conditions le pouvoir rotatoire de ce sulfate est

$$(\alpha)_j = -218^\circ,67 \quad \text{ou} \quad (\alpha)_r = -167,64 \nwarrow.$$

Il a été calculé avec la formule

$$(\alpha)_j = \alpha \frac{V}{lp}.$$

p est le poids de la matière active contenue dans la dissolution; V le volume total de la dissolution qui renferme p; l la longueur du tube d'observation; α la déviation de la teinte de passage observée au moyen de six couples au moins de lectures alternées.

» 2° *Pouvoir rotatoire du sulfate de quinine anhydre.* — $0^{gr},909$ du sulfate cité chauffés dans un courant d'air sec à 120 degrés ont perdu $0^{gr},143$ d'eau. Par conséquent, les 4 grammes de l'expérience précédente contenaient $3^{gr},422$ de sulfate anhydre. En substituant cette valeur à p dans l'expérience précédente, il vient pour le pouvoir rotatoire du sulfate de quinine anhydre :

$$(\alpha)_j = -255^\circ,6 \quad \text{ou} \quad (\alpha)_r = -195^\circ,96 \nwarrow.$$

» 3° *Pouvoir rotatoire de la quinine dissoute dans l'alcool.* — La quinine qui a servi à cette détermination fut préparée avec le sulfate mentionné en le dissolvant dans l'acide sulfurique dilué et versant cette dissolution dans un excès d'une solution de soude caustique à la température ordinaire de 23 degrés. Le précipité lavé et desséché à l'air fut chauffé au bain-marie jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de perte de poids. La quinine ainsi obtenue fut dissoute dans l'alcool : nous eûmes alors $p = 1^{gr},495$; $V = 25$ centimètres cubes à la température de 23 degrés; et $l = 200$ millimètres. La déviation de la teinte de passage, observée comme toutes les autres qui seront rapportées ici, en faisant plusieurs lectures alternées, a été $-21^\circ,5 \nwarrow$; d'où l'on déduit pour le pouvoir rotatoire

$$(\alpha)_j = -179^\circ,76 \quad \text{ou} \quad (\alpha)_r = -137^\circ,81 \nwarrow.$$

» 4° *Pouvoir rotatoire de la quinine dissoute dans l'acide acétique.* — Une autre portion de la même quinine fut dissoute dans l'acide acétique dilué; alors $p = 1^{gr},660$; $V = 25$ centimètres cubes à 23 degrés, et $l = 200$ millimètres. La déviation observée fait $-36^\circ \nwarrow$, ce qui donne

$$(\alpha)_j = -271^\circ,08 \quad \text{ou} \quad (\alpha)_r = -207^\circ,82 \nwarrow.$$

» 5° *Pouvoir rotatoire de la quinine dissoute dans l'acide sulfurique.* — La même quinine fut dissoute dans l'acide sulfurique dilué; la déviation observée fut 25°,25 ↘ avec $p = 1^{gr},156$, $V = 25$ centimètres cubes à la température de 25 degrés, et $l = 200$ millimètres, d'où

$$(\alpha)_j = -273°,03 \quad \text{ou} \quad (\alpha)_r = -209°,32 ↘.$$

Comme on le voit, afin de connaître le pouvoir rotatoire de la quinine dans ses solutions acides, nous avons fait usage de deux acides d'une force bien différente. La comparaison des observations quatre et cinq établit que le pouvoir rotatoire de la quinine reste le même dans tous les acides inactifs.

» 6° *Pouvoir rotatoire de la quinine pure dissoute dans l'alcool.* — Quoique le sulfate de quinine employé par nous pour nos expériences jouisse d'une réputation méritée, il n'est pourtant pas chimiquement pur. La plupart des quinquinas employés dans la fabrication du sulfate de quinine du commerce contiennent, outre la quinine et la cinchonine, soit de la cinchonidine ou de la quinidine, d'où résulte que les sulfates de quinine du commerce contiennent des traces de l'un ou de l'autre de ces alcaloïdes qui ne peuvent pas être reconnus par les réactifs ordinaires, mais dont on constate la présence en déterminant la rotation moléculaire des divers sulfates de quinine du commerce, comme cela a été fait par l'un de nous. Le meilleur moyen pour se procurer de la quinine pure est de préparer le bisulfate de iodoquinine découvert par Herapath. Quoique les autres alcaloïdes du quinquina forment des combinaisons analogues avec l'acide sulfurique et l'iode, la combinaison de la quinine se distingue des autres par sa solubilité beaucoup moindre, de sorte que l'on peut la purifier aisément. Après avoir préparé le bisulfate d'iodoquinine nous le traitions par une solution aqueuse d'acide sulfhydrique. La dissolution de quinine pure obtenue par ce moyen fut précipitée par un excès de soude caustique. Quoique la précipitation eût lieu à la température ordinaire de 23 degrés comme dans l'expérience troisième, le précipité eut la consistance d'une résine molle. Après avoir été lavé il fut desséché à l'air, et puis au bain-marie jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de perte de poids. Dans cet état, il était devenu dur et friable; il fut dissous dans l'alcool, et donna une déviation de $-20°,5$ ↘, en prenant $p = 1^{gr},390$; $V = 25$ centimètres cubes à la température de 25 degrés, et $l = 200$ millimètres, ce qui conduit pour le pouvoir rotatoire de la quinine pure dissoute dans l'alcool à

$$(\alpha)_j = -104°,35 \quad \text{ou} \quad (\alpha)_r = -141°,33 ↘.$$

» 7° *Pouvoir rotatoire de la quinine pure dissoute dans l'acide acétique.* —

La quinine pure qui avait été employée dans l'expérience sixième fut dissoute dans de l'acide acétique dilué; elle a donné la déviation $-25^{\circ}.5$ ↖, avec $p = 1^{gr},100$; $V = 25$ centimètres cubes à la température de 24 degrés, et $l = 200$ millimètres. On en déduit pour le pouvoir rotatoire

$$(\alpha)_j = -287^{\circ}.16 \quad \text{ou} \quad (\alpha)_r = -220^{\circ}.16 \nwarrow.$$

» Les expériences six et sept rapprochées de trois et quatre, et surtout des expériences connues jusqu'ici sur le pouvoir rotatoire de la quinine, montrent combien il importait de purifier cet alcaloïde comme nous l'avons fait, afin de déterminer son pouvoir rotatoire moléculaire d'une manière précise. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur l'intégration des différentielles algébriques; par* M. Nicolas Aleweef.

(Commissaires, MM. Bertrand, Serret, O. Bonnet.)

« Après les beaux travaux d'Abel et de MM. Liouville et Tchebichef, l'auteur se propose seulement de compléter quelques points de la théorie, en se plaçant au point de vue de l'enseignement.

» Ses recherches sont relatives à l'intégration des fonctions rationnelles et de celles qui contiennent, sous le signe d'intégration, la racine carrée d'un polynôme de degré quelconque, et la méthode qu'il propose consiste à les simplifier sans changer de variable, en extrayant de l'intégrale une partie algébrique que l'on détermine directement pour la retrancher de l'expression proposée. »

PHYSIQUE. — *Étude sur les électromoteurs; par* M. Savary.

(Commissaires, MM. Fizeau, Edm. Becquerel.)

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur le mouvement du sable du littoral des Landes. — Observations sur les vases marines des côtes sud de la Bretagne; par* M. Vionnois.

Ces deux Mémoires sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. Duperrey, de Tessan, Daubrée.

M. Trémaux présente une suite à son Mémoire « Sur les transformations des êtres et les conditions dans lesquelles elles se produisent ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Serres, Flourens, de Quatrefages.)

CORRESPONDANCE.

M. **Élie de Beaumont** fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, *M. Holmboe*, Professeur de langues orientales à l'Université de Christiania, de trois opuscules écrits en norvégien et transmis par M. de la Roquette. L'une des brochures de M. Holmboe contient des détails curieux sur les poids en forme d'animaux (chevaux, bœufs, etc.) employés par les Norvégiens au XIVe siècle.

M. **Élie de Beaumont** présente également, au nom de M. le Professeur *Scheerer* de Freiberg, trois opuscules écrits en allemand, dont l'un est relatif à la question de savoir si la composition de la silice doit être exprimée par SiO^2 ou SiO^3.

(Renvoi à MM. Dumas et Regnault pour un Rapport verbal.)

M. **Élie de Beaumont** présente aussi, au nom de *M. Clément-Mallet*, la traduction d'un ouvrage arabe intitulé : *le Livre de l'Agriculture d'Ibn-al-Awam* (*Kitab-al-Felaham.*)

« Je crois, dit l'auteur dans la Lettre d'envoi qui accompagne son ouvrage, avoir fait un travail utile qui, comblant une lacune dans l'histoire de l'agronomie, fera connaître l'Orient sous un point de vue nouveau. On trouvera beaucoup de ces procédés anciens qui pourront trouver une application avantageuse parmi nous. L'Algérie surtout y trouvera son profit, puisque la géographie physique a constaté des rapports de climatologie entre l'Espagne, où ce traité fut écrit, et quelques parties de la Babylonie si souvent citée. Pour faciliter les comparaisons, la mesure ancienne est toujours accompagnée de la traduction en mesures métriques françaises. Deux chapitres méritent surtout l'attention : c'est celui qui parle de la préparation des engrais, celui qui traite des maladies de la vigne. On peut encore y joindre celui qui parle de la conservation des grains et des substances alimentaires. »

M. **Élie de Beaumont**, en présentant, au nom de *M. Ernest Lamarle*, la troisième partie d'un ouvrage intitulé : *Exposé géométrique du Calcul différentiel et intégral*, lit le passage suivant de la Lettre qui l'accompagne :

« Les deux premières parties ont été publiées en 1861. Dans l'une sont exposés les principes généraux de la Cinématique pure ; dans l'autre, et comme déductions de ces principes, les règles de la différentiation. La troisième partie a été publiée en 1863 ; elle comprend les diverses applications du calcul différentiel à l'Analyse et à la Géométrie.

» La méthode suivie dans cet ouvrage est analogue à celle de Roberval dans la *Théorie des mouvements composés*. Elle débute par assigner aux différentielles un sens précis, qui les assimile aux autres variables et ne leur laisse rien de mystérieux ni d'obscur. Tout s'y ramène ensuite aux procédés simples et rigoureux de la Géométrie élémentaire. Voici, d'ailleurs, les avantages qu'elle me paraît offrir :

» Indépendante de la considération des limites et de celle des infiniment petits, elle ouvre aux investigations un champ fécond en ressources nouvelles. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur un tremblement de terre*. Extrait d'une Lettre de **M. Renou** à M. Élie de Beaumont.

« Le samedi 16 juillet, à 9^h10^m du matin, on a ressenti à Vendôme un tremblement de terre, qui s'est étendu au sud-est jusqu'à Champigny ($16^{kil},5$ en ligne droite); au nord-est de cette ligne, on l'a ressenti jusqu'à Oucques.

» A Vendôme, le phénomène a été remarqué par un grand nombre de personnes, mais il a passé inaperçu pour le plus grand nombre; on a remarqué dans plusieurs maisons une trépidation inaccoutumée des portes, des pendules, des vitres de fenêtres; les personnes couchées se sont senties secouées dans leur lit. La secousse a été instantanée et accompagnée, sans intervalle de temps appréciable, d'un roulement souterrain qu'on a comparé au bruit d'une voiture de pavés qu'on décharge.

» Le tremblement de terre a été plus fortement ressenti à Champigny, à Villetrun et Coulommiers; à Champigny, chez M. Dessaignes, le frère du chimiste, on a cru à l'éboulement des caves; des ouvriers occupés à des travaux de restauration de l'église ont vu la charpente osciller, et croyant à l'éboulement l'édifice se sont hâtés de descendre. Deux maçons terminant une cheminée sur une maison en construction ont failli être précipités de leur échafaudage; l'un d'eux, ancien soldat de marine, qui avait été en garnison à la Martinique, a reconnu immédiatement le phénomène pour un tremblement de terre. A Coulommiers et à Villetrun, des ouvriers ont failli aussi être précipités du haut de maisons en construction. Le roulement souterrain a été entendu dans ces différentes localités.

» Il a été impossible de rien savoir sur le sens dans lequel se propageait ce tremblement de terre, en supposant qu'il y ait un sens de propagation, le phénomène ayant consisté en une secousse instantanée.

» Les tremblements de terre sont rares dans les environs de Vendôme; avant celui du 5 juillet 1841, on n'en avait jamais entendu parler. On a

dû y ressentir celui du 26 janvier 1579 (5 février grégorien), qui a été constaté à Bordeaux, Tours, Blois, Chartres, etc. On trouve aussi sur les registres de la paroisse Saint-Laurent de Montoire (16 kilomètres en ligne droite ouest-sud-ouest de Vendôme) la mention d'un tremblement de terre en 1711. Mais il est extrêmement probable que depuis 1756 au moins, jusqu'en 1841, aucune secousse n'avait eu lieu, car on n'en trouve aucune mention sur une chronique manuscrite qui rapporte, pour chaque année, les phénomènes météorologiques et les comètes de 1756 à 1810.

» En 1841, le phénomène a consisté en deux secousses, qui ont eu lieu le matin à 0^h30^m et à 3^h45^m, après la journée la plus chaude du mois et après un orage dont les grondements se faisaient encore entendre. Il s'était étendu assez loin, notamment au delà du Cher, aux environs de Saint-Aignan, mais il n'était accompagné d'aucun bruit. Celui de cette année, remarquable par le faible espace qu'il a embrassé, par son roulement souterrain et le caractère instantané de la secousse, a eu lieu aussi par une journée très-orageuse; le ciel était très-nuageux à Vendôme, et une averse de grosses gouttes et de peu de durée est tombée immédiatement après la secousse. Vers 3 ou 4 heures, un violent orage éclatait sur les environs, et la foudre tuait à Selommes une jeune femme de vingt-sept ans, la femme Ferrand, qui y habitait une des dernières maisons à l'extrémité sud-ouest du village. »

M. **Duchenne** (**de Boulogne**) présente plusieurs planches photo-autographiées représentant des détails microscopiques relatifs au système nerveux tant à l'état normal qu'à l'état pathologique. Ces figures, photographiées d'abord, sont obtenues par le procédé autographique imaginé par M. le colonel James; elles sont, dit l'auteur, d'une très-grande netteté et rendues avec une exactitude et une finesse de détail que la main de l'homme ne saurait égaler.

M. **Bonhstedt** présente deux instruments qu'il nomme *radial* et *radiarc*. Ces deux instruments, dont le principe est analogue à celui du pantographe, pourront servir aux dessinateurs, le premier pour tracer des lignes droites concourantes en un point situé hors de la feuille de papier, et le second pour décrire des cercles dont le centre est également hors de la feuille.

A 5 heures l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 25 juillet 1864 les ouvrages dont voici les titres :

Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris; juillet 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23; feuilles autographiées, in-folio.

Théorie du mouvement des corps célestes parcourant des sections coniques autour du Soleil; traduction du *Theoria motus* de Gauss, suivie de Notes; *par* Edmond DUBOIS. Paris; vol. in-8°.

Exposé géométrique du calcul différentiel et intégral. 3e partie : *les applications du calcul différentiel à l'Analyse et à la Géométrie; par* Ernest LAMARLE. Paris, 1864; vol. in-8°.

Le livre de l'Agriculture d'Ibn-al-Awam (*Kitab-al-Felaham*); traduit de l'arabe par J.-J. CLÉMENT-MULLET; t. Ier. Paris, 1864; vol. in-8°.

Deux lois du monde, ou Application des sciences aux religions; 4e édition. Paris, 1864; in-8°.

Mémoires de la Société Impériale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers. Nouvelle période, t. VI, 4e cahier. Angers, 1863; in-8°.

The principles... *Les principes de chirurgie; par* F.-J. GANT. Londres, 1864; vol. in-8°.

Mittheilungen... *Communication sur les taches du Soleil; par* le Dr Rudolf WOLF; br. in-8°.

Zusätze... *Supplément aux éléments de la Statistique botanique du Palatinat; par* le Dr F.-W. SCHULTZ. Demi-feuille in-8°.

Comparaison des armes des dieux du tonnerre Thor *des Scandinaves et* Indra *des Indiens; par* M. C.-A. HOLMBOE. Christiania, 1862; in-8°.

Sur les poids norvégiens du XIVe siècle, en forme de chevaux et de bœufs; par le même. Christiania, 1863; in-4°.

Sur Œrtug et Tola, *poids communs des Scandinaves et des Indiens; par* le même. Christiania, 1863; in-8°.

Lueur mystique sur des tertres sépulcraux; par le même. Christiania, 1863; in-8°.

Almanaque nautico... *Almanach nautique pour* 1865, calculé par ordre de Sa Majesté à l'Observatoire de marine de San-Fernando. Cadix, 1863; in-4°.

Annaes... *Annales de l'Observatoire de l'infant don Luiz à Lisbonne;* vol. Ier, 1856 à 1863. Lisbonne, 1864; in-4°.